

السكانديوم	* يضاف إلى مصابيح أبخرة الزئبق، لإنتاج ضوء عالي الكفاءة يشبه ضوء الشمس.
مصابيح أبخرة الزئبق	* تستخدم في التصوير التليفزيوني الليلي.
سبيكة الألومنيوم والسكانديوم	* تستخدم في صناعة طائرات الميج المقاتلة نظرًا لخفتها وشدة صلابتها.
التيتانيوم	* يستخدم في عمليات زراعة الأسنان والمفاصل الصناعية لأن الجسم لا يلفظه ولا يسبب أى نوع من التسمم.
سبيكة الألومنيوم والتيتانيوم	* تستخدم في صناعة الطائرات والمركبات الفضائية نظرًا لمثانتها في درجات الحرارة المرتفعة في الوقت الذي تنخفض فيه متانة الألومنيوم عندما يكون بمفرده.
ثاني أكسيد التيتانيوم $TiO_2$	* يدخل في تركيب مستحضرات الحماية من أشعة الشمس لأن دقائه النانوية تمنع وصول الأشعة فوق البنفسجية للجلد.
سبيكة الصلب والفاناديوم	* تستخدم في صناعة زبركات السيارات لأن عند إضافة نسبة ضئيلة منه إلى الصلب تتكون سبيكة تتميز بقساوتها العالية وقدرتها الكبيرة على مقاومة التآكل.
خامس أكسيد الفاناديوم $V_2O_5$	* يستخدم ك : • صبغة في صناعة السيراميك والزجاج. • عامل حفاز في صناعة المغناطيسات فائقة التوصيل. • عامل حفاز في صناعة حمض الكبريتيك بطريقة التلامس.
الكروم	* يستخدم في : • طلاء المعادن. • دباغة الجلود.
أكسيد الكروم (III) $Cr_2O_3$	* يستخدم في صناعة الأصباغ.





\* يستخدم كمادة مؤكسدة.

ثاني كرومات البوتاسيوم  
 $K_2Cr_2O_7$

\* تستخدم في صناعة خطوط السكك الحديدية لأنها أصعب من الصلب.

سبائك الحديد والمنجنيز

\* تستخدم في صناعة عبوات المشروبات الغازية لمقاومتها للتآكل.

سبائك الألومنيوم  
والمنجنيز

\* يستخدم كعامل مؤكسد قوى يدخل في صناعة العمود الجاف.

ثاني أكسيد المنجنيز  
 $MnO_2$

\* يستخدم كعامل حفاز في تفاعل انحلال فوق أكسيد الهيدروجين  $H_2O_2$

\* يستخدم كمادة مطهرة وكعامل مؤكسد.

برمنجنات البوتاسيوم  
 $KMnO_4$

\* تستخدم كمبيد للفطريات.

كبريتات المنجنيز (II)  
 $MnSO_4$

\* يستخدم في صناعة :

- أبراج الكهرباء.
- الأدوات الجراحية.
- المغناطيسات.
- الخرسانات المسلحة.
- مواسير البنادق والمدافع.
- السكاكين.

الحديد

- يستخدم كعامل حفاز في صناعة غاز النشادر بطريقة (هابر - بوش)
- تحويل الغاز المائي إلى وقود سائل بطريقة (فيشر - ترويش).

\* يستخدم في صناعة :

- البطاريات الجافة في السيارات الحديثة.
- المغناطيسات.

الكوبلت

\* تستخدم أشعة جاما الصادرة عنه في :

- عمليات حفظ المواد الغذائية.
- التأكد من جودة المنتجات (كالكشف عن مواقع الشقوق لحام الوصلات)
- الكشف عن الأورام الخبيثة وعلاجها.

نظير الكوبلت 60  
المشع

\* يستخدم في :

- صناعة بطاريات النيكل كادميوم القابلة لإعادة الشحن.
- طلاء المعادن لحمايتها من الأكسدة والتآكل مع إكسابها شكلاً أفضل.
- عمليات هدرجة الزيوت.

النيكل

\* تستخدم في صناعة ملفات التسخين والأفران الكهربائية لأنها تقاوم التآكل حتى وهي مسخنة لدرجة الاحمرار.

سبائك النيكل كروم

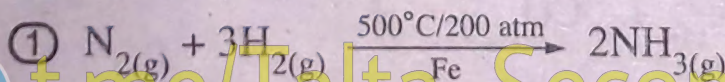


النحاس	* يستخدم فى صناعة : • الكابلات الكهربائية لأنه موصل جيد للكهرباء. • سبائك العملات المعدنية.
كبريتات النحاس (II) $CuSO_4$	* يستخدم ك : • مبيد حشري. • مبيد للفطريات فى عمليات تنقية مياه الشرب.
محلول فهلنج	* يستخدم فى الكشف عن سكر الجلوكوز (حيث يتحول لون المحلول الأزرق بواسطة سكر الجلوكوز إلى اللون البرتقالى).
الخاصين	* يستخدم فى جلفنة الفلزات كالحديد لحمايتها من الصدأ.
أكسيد الخاصين $ZnO$	* يستخدم فى صناعة : • الدهانات. • المطاط. • مستحضرات التجميل.
كبريتيد الخاصين ( $ZnS$ )	* يستخدم فى صناعة : • الطلاءات المضيئة. • شاشات الأشعة السينية.
العامل الحفز	* زيادة معدل التفاعل الكيميائى عن طريق تقليل طاقة تنشيط المتفاعلات.
فحم الكوك فى الفرن العالى	* إنتاج غاز أول أكسيد الكربون الذى يقوم بدور العامل المختزل لأكاسيد الحديد.
• غاز $CO$ فى الفرن العالى • الغاز المائى فى فرن مدركس	* اختزال أكاسيد الحديد إلى حديد.
• المحول الأكسجينى • الفرن المفتوح • الفرن الكهربى	* يستخدم فى صناعة الحديد الصلب.
أكسيد الحديد (III) ( $Fe_2O_3$ )	* يستخدم كلون أحمر فى الدهانات.

## ٢ تفاعلات كيميائية

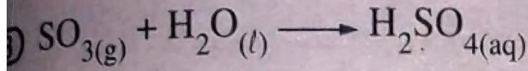
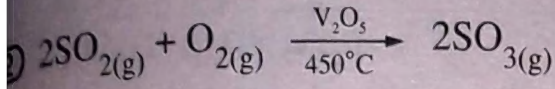
### الفلزات الانتقالية عوامل حفز مثالية

\* يستخدم الحديد كعامل حفاز عند تحضير غاز النشادر فى الصناعة بطريقة (هابر - بوش).

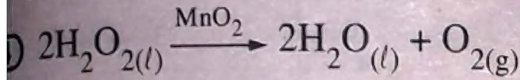




\* يستخدم خامس أكسيد الفانديوم كعامل حفاز فى تحضير حمض الكبريتيك فى الصناعة بطريقة التلامس.



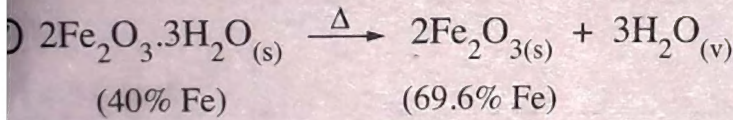
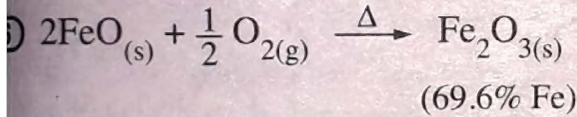
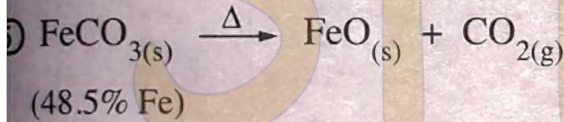
\* يستخدم ثانى أكسيد المنجنيز كعامل حفاز فى تفاعل انحلال فوق أكسيد الهيدروجين  $\text{H}_2\text{O}_2$



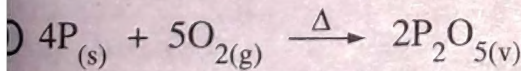
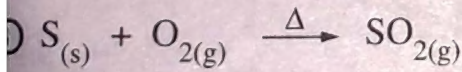
### تحسين الخواص الكيميائية لخامات الحديد

\* تتم عملية تجميع خامات الحديد، بتسخينها بشدة فى الهواء، بغرض :

• تجفيف الخام (التخلص من الرطوبة) وزيادة نسبة الحديد فيه.

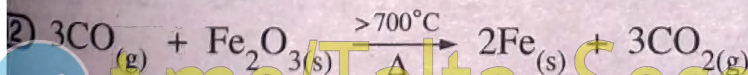
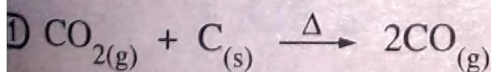
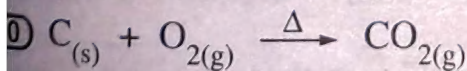


• أكسدة بعض الشوائب (الكبريت و الفوسفور).



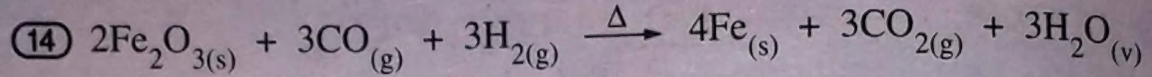
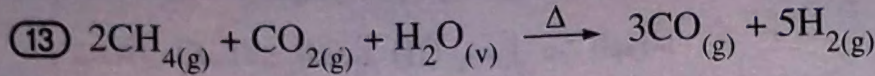
### اختزال خامات الحديد

\* يُختزل الهيماتيت فى الفرن العالى باستخدام غاز أول أكسيد الكربون الناتج من فحم الكوك



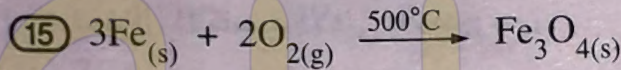


\* يُختزل الهيماتيت في فرن مدرّكس باستخدام الغاز المائي (خليط من غازي  $H_2$  ،  $CO$ ) الذي يمكن الحصول عليه من غاز الميثان.

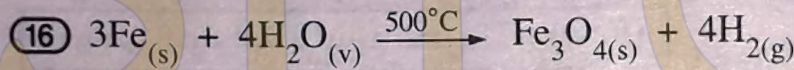


### الخواص الكيميائية للحديد

\* يتفاعل الحديد المسخن لدرجة الاحمرار ( $500^\circ C$ ) مع الهواء أو الأكسجين، مكوناً أكسيد الحديد المغناطيسي.



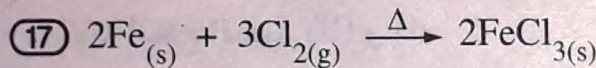
\* يتفاعل الحديد المسخن لدرجة الاحمرار ( $500^\circ C$ ) مع بخار الماء، مكوناً أكسيد الحديد المغناطيسي وهيدروجين.



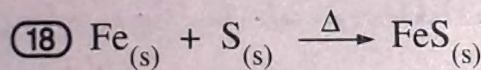
\* يتفاعل الحديد مع اللافلزات، مثل :

• الكلور، مكوناً كلوريد الحديد (III) ولا يتكون كلوريد الحديد (II)، لأن غاز الكلور

عامل مؤكسد يحول  $FeCl_2$  إلى  $FeCl_3$

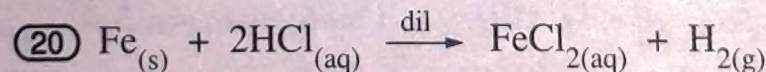
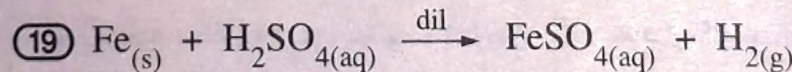


• الكبريت، مكوناً كبريتيد الحديد (II).



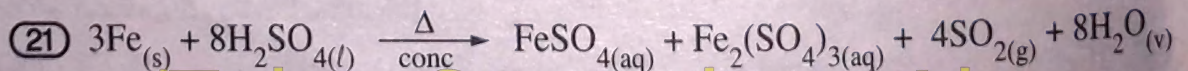
\* يتفاعل الحديد مع الأحماض المعدنية المخففة، مكوناً أملاح الحديد (II) ولا تتكون أملاح الحديد (III)،

لأن غاز  $H_2$  المتصاعد عامل مختزل يحول أملاح الحديد (III) إلى أملاح الحديد (II).



\* يتفاعل الحديد مع حمض الكبريتيك المركز الساخن مكوناً كبريتات الحديد (II) ، (III)

وثاني أكسيد الكبريت وماء.

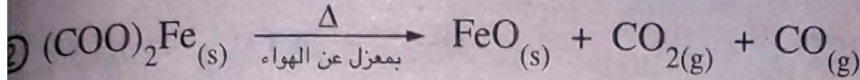




**تحضير أكسيد الحديد (II) FeO**

\* يحضر أكسيد الحديد (II) بطريقتين، هما :

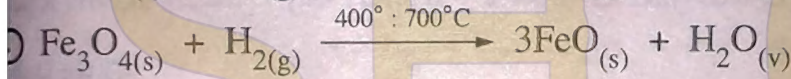
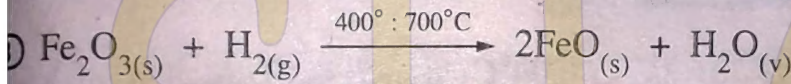
• تسخين أملاح الحديد (II) بمعزل عن الهواء.



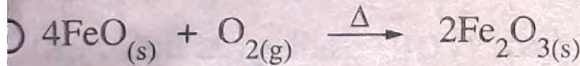
ويلحظ إنه ينتج عن عملية الاختزال أكسيد الحديد (II) وليس أكسيد الحديد

لأن غاز أول أكسيد الكربون الناتج عن التفاعل عامل مختزل يحول أكسيد الحديد إلى أكسيد الحديد (II).

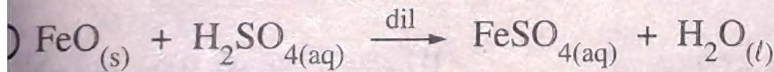
• اختزال الأكاسيد الأعلى بالهيدروجين.

**الخواص الكيميائية لأكسيد الحديد (II) (FeO)**

\* يتأكسد أكسيد الحديد (II) بسهولة في الهواء الساخن مكوناً أكسيد الحديد (III)



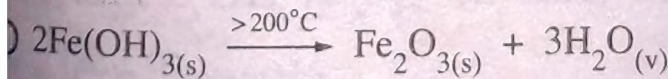
\* يتفاعل أكسيد الحديد (II) مع الأحماض المعدنية المخففة (كحمض الكبريتيك) مكوناً أملاح الحديد (II) وماء.

**تحضير أكسيد الحديد (III) (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)**

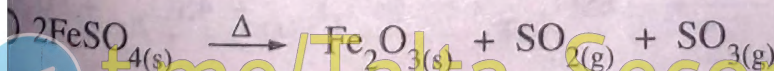
\* يُحضّر أكسيد الحديد (III) بطريقتين، هما :

• إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول كلوريد الحديد (III)،

ثم تسخين هيدروكسيد الحديد (III) الناتج إلى درجة حرارة أعلى من 200°C



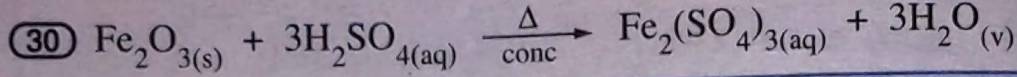
• تسخين كبريتات الحديد (II)





### الخواص الكيميائية لأكسيد الحديد (III) ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )

\* يتفاعل أكسيد الحديد (III) مع الأحماض المعدنية المركزة الساخنة (كحمض الكبريتيك) مكوناً أملاح الحديد (III) وبخار ماء.

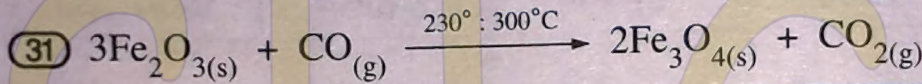


### تحضير أكسيد الحديد المغناطيسي ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )

\* يُحضّر أكسيد الحديد المغناطيسي بطريقتين، هما :

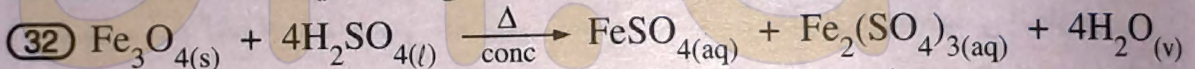
• تفاعل الحديد المسخن لدرجة الاحمرار مع الهواء أو الأكسجين أو بخار الماء «المعادلتين (15) ، (16)».

• اختزال أكسيد الحديد (III).

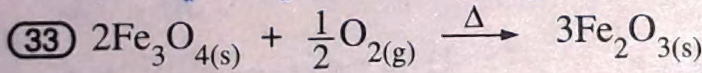


### الخواص الكيميائية لأكسيد الحديد المغناطيسي ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )

\* يتفاعل أكسيد الحديد المغناطيسي مع الأحماض المركزة الساخنة (كحمض الكبريتيك) مكوناً ملح الحديد (II) ، (III) وبخار ماء مما يدل على أنه أكسيد مختلط.



\* يتأكسد أكسيد الحديد المغناطيسي عند تسخينه في الهواء مكوناً أكسيد الحديد (III).

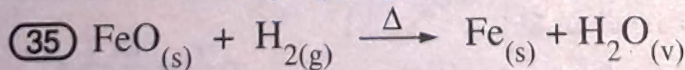


### معادلات مرتبطة بحلول بعض الأسئلة

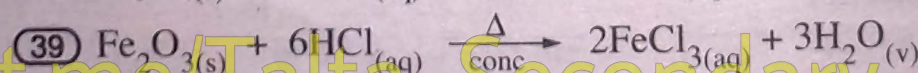
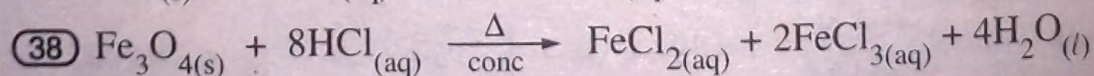
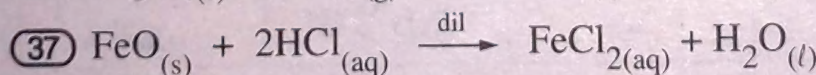
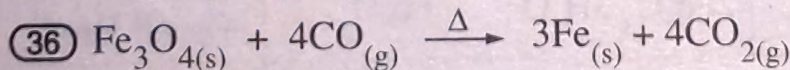
\* يتفاعل محلول كبريتات الحديد (II) مع محلول هيدروكسيد الصوديوم مكوناً راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد (II) ومحلول كبريتات الصوديوم.



\* يُختزل أكسيد الحديد (II) بواسطة غاز الهيدروجين مكوناً حديد وبخار ماء.



\* يُختزل أكسيد الحديد المختلط بواسطة غاز أول أكسيد الكربون مكوناً حديد وغاز ثاني أكسيد الكربون.





## مقارنات

## ١ سلسلة العناصر الانتقالية الرئيسية

السلسلة الانتقالية الرابعة	السلسلة الانتقالية الثالثة	السلسلة الانتقالية الثانية	السلسلة الانتقالية الاولى	
السابعة	السادسة	الخامسة	الرابعة	رقم الدورة
6d	5d	4d	3d	يتتابع فيها امتلاء
	اللانثانوم	اليريوم	السكانديوم	تبدأ بعنصر
	الزئبق	الكاديوم	الغارصين	تنتهي بعنصر

## ٢ المادة البارامغناطيسية و المادة الديامغناطيسية

المادة الديامغناطيسية	المادة البارامغناطيسية
<ul style="list-style-type: none"> <li>* تتنافر مع المجال المغناطيسي الخارجي.</li> <li>* أوريثالات (d) فيها يتم شغلها جميعاً بأزواج من الإلكترونات.</li> <li>* عزيمها المغناطيسى يساوى zero</li> <li>* مثل : <math>\text{Cu}^+</math> , <math>\text{Zn}^{2+}</math> , <math>\text{Zn}</math> , <math>\text{Cu}</math> *</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* تنجذب نحو المجال المغناطيسي الخارجي.</li> <li>* أوريثالات (d) فيها تحتوى على إلكترون مفرد أو أكثر.</li> <li>* عزيمها المغناطيسى يتراوح بين (5 : 1)</li> <li>* مثل : <math>\text{Ni}^{2+}</math> , <math>\text{Fe}^{3+}</math> , <math>\text{V}</math> , <math>\text{Co}</math> *</li> </ul>

## ٣ خامات الحديد

السديريت	الجنيت	الليمونيت	الهيماتيت	
كربونات الحديد (II)	أكسيد الحديد المغناطيسى	أكسيد الحديد (III) التهرت	أكسيد الحديد (III)	الاسم الكيميائى
$\text{FeCO}_3$	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	الصيغة الكيميائية
رمادى مصفر	أسود	أصفر	أحمر داكن	اللون
سهل الاختزال	له خواص مغناطيسية	سهل الاختزال	سهل الاختزال	أهم خواصه



السبيكة البينفلزية	السبيكة الاستبدالية	السبيكة البينية	التعريف
سبيكة تتحد العناصر المكونة لها - والتي لا تقع في مجموعة واحدة من الجدول الدوري - اتحاداً كيميائياً مكونة مركبات لا تخضع صيغها الكيميائية لقوانين التكافؤ	سبيكة تُستبدل فيها بعض ذرات الفلز الأصلي بذرات فلز آخر، له نفس القطر والشكل البلوري والخواص الكيميائية	سبيكة تحتل فيها ذرات فلز (أصغر حجماً) المسافات البينية في الشبكة البلورية للذرات الفلز النقي (الأكبر حجماً) بغرض تحسين خواصه الفيزيائية	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• سبيكتي [(الألومنيوم ، النيكل) و (الألومنيوم ، النحاس)] والمعروفتين باسم الديور ألومين.</li> <li>• سبيكة السيمنتيت (<math>Fe_3C</math>)</li> <li>• سبيكة الرصاص و الذهب (<math>Au_2Pb</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• سبيكة الصلب الذي لا يصدأ (الحديد و الكروم).</li> <li>• سبيكة الحديد و النيكل.</li> <li>• سبيكة الذهب و النحاس.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• سبيكة الحديد الصلب (الحديد و الكربون).</li> </ul>	أمثلة

العناصر المكونة لها	السبيكة
النحاس و القصدير	البرونز
النحاس و الخارصين	النحاس الأصفر
الحديد و الكربون	الحديد الصلب (سبيكة بينية)
الحديد و الكربون ( $Fe_3C$ )	السيمنتيت (سبيكة بينفلزية)
الحديد و الخارصين	الحديد المجلفن
الحديد و الكروم	الصلب الذي لا يصدأ (الاستانليس ستيل)
(الألومنيوم ، النيكل) و (الألومنيوم ، النحاس)	الديور ألومين



## نبذات علمية

0

\* تستخدم طريقة (هابر - بوش) في تحضير غاز النشادر في الصناعة من عنصريه (النيتروجين والهيدروجين) في وجود الحديد كعامل حفاز. «المعادلة ① صفحة (٧)».

\* تستخدم طريقة (فيشر - ترويش) في تحويل الغاز المائي (خليط من غازي  $\text{CO}$  ,  $\text{H}_2$ ) إلى وقود سائل في وجود الحديد كعامل حفاز.

\* تستخدم طريقة التلامس في صناعة حمض الكبريتيك في وجود خامس أكسيد الفانديوم  $\text{V}_2\text{O}_5$  كعامل حفاز. «المعادلتين ③ , ② صفحة (٨)».

\* العنصر الانتقالي هو العنصر الذي تكون فيه الأوربيتالات ( $d$ ) أو ( $f$ ) مشغولة بالإلكترونات ولكنها غير ممتلئة سواء في الحالة الذرية أو في أي حالة من حالات التأكسد.

\* تتميز العناصر الانتقالية بتعدد حالات تأكسدها - لتتابع خروج الإلكترونات من المستويين الفرعيين  $ns$  ,  $(n-1)d$  للتقاربين في الطاقة - وهو ما لا يلاحظ في الفلزات الممتلئة، التي غالباً ما يكون لها حالة تأكسد وحيدة، ولهذا لا يمكن الحصول على أيونات  $\text{Na}^{2+}$  ,  $\text{Mg}^{3+}$  ,  $\text{Al}^{4+}$  لأن جهد التأين (الثاني للصوديوم والثالث للمغنسيوم والرابع للألومنيوم) يكون كبيراً جداً لأنه يتسبب في كسر مستوى طاقة مكتمل بالإلكترونات.

\* ذرة أو أيون العنصر الانتقالي يكونا أكثر استقراراً عندما يكون المستوى الفرعي ( $d$ ) نصف ممتلئاً بالإلكترونات (كما في:  $\text{Fe}^{3+}$  ,  $\text{Mn}^{2+}$  ,  $\text{Cr}$ ) أو تام الامتلاء بالإلكترونات (كما في:  $\text{Zn}^{2+}$  ,  $\text{Zn}$  ,  $\text{Cu}^+$  ,  $\text{Cu}$ ).

## الخصائص العامة لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

\* تزداد الكتلة الذرية لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى بزيادة العدد الذري، ويشذ عن ذلك النيكل والتناقص في الحجم الذري لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى لا يكون كبيراً، (الثبات النسبي لنصف القطر من الكروم إلى النحاس).

يرجع ذلك إلى أثر عاملين متعاكسين، هما :

- زيادة شحنة النواة الفعالة وكذلك العدد الكلي للإلكترونات بزيادة العدد الذري للعناصر وهو ما يعمل على نقص نصف القطر الذري.
- زيادة عدد إلكترونات المستوى الفرعي ( $3d$ ) يزيد من قوى التناافر بينها، وهو ما يؤدي إلى زيادة نصف القطر الذري.





\* تستخدم عناصر السلسلة الانتقالية الأولى في صناعة السبائك بسبب الثبات النسبي لانصاف أقطار ذراتها.

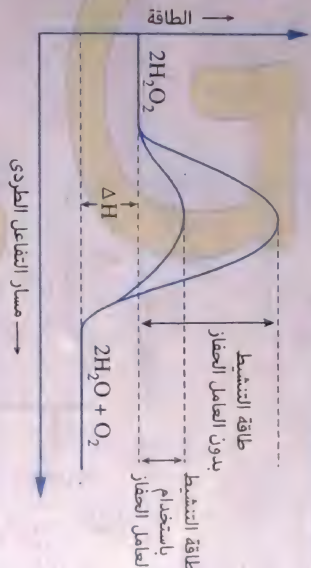
\* تزداد كثافة عناصر السلسلة الانتقالية الأولى بزيادة العدد الذري بسبب الزيادة في كتلتها الذرية مع الثبات النسبي في أحجامها الذرية.

\* تتميز عناصر السلسلة الانتقالية الأولى بارتفاع درجتي انصهارها وجليانها لقوة الرابطة الفلزية في هذه العناصر نتيجة اشتراك الإلكترونات الأوربيتالين (4s) ، (3d) في تكوينها.

- \* تتباين فلزات السلسلة الانتقالية الأولى في نشاطها الكيميائي، فمفصر :  
السكانديوم شديد النشاط، يحل محل هيدروجين الماء في تفاعل عنيف.
- الحديد متوسط النشاط، يصداً عند تعرضه للهواء الرطب.
- النحاس محدود النشاط.

\* معظم الفلزات الانتقالية ومركباتها مواد بارامغناطيسية (تجاذب مع المجال المغناطيسي الخارجي)، لأن حركة الإلكترونات المفردة حول محورها في المستوى الفرعي (d) تنتج مجالات مغناطيسية تتجاذب مع المجال المغناطيسي الخارجي.

\* تتناسب قوى الجذب المغناطيسي في المواد البارامغناطيسية طردياً مع عدد الإلكترونات المفردة.



\* تعتبر العناصر الانتقالية عوامل حفز مثالية حيث تقوم بتقليل طاقة التنشيط، وهو ما يؤدي إلى زيادة سرعة (معدل) التفاعل الكيميائي.

\* معظم الأيونات العناصر الانتقالية ملونة بسبب الامتلاء الجزئي لأوربيتالات المستوى الفرعي الأخير (d) أي وجود إلكترونات مفردة في المستوى الفرعي d

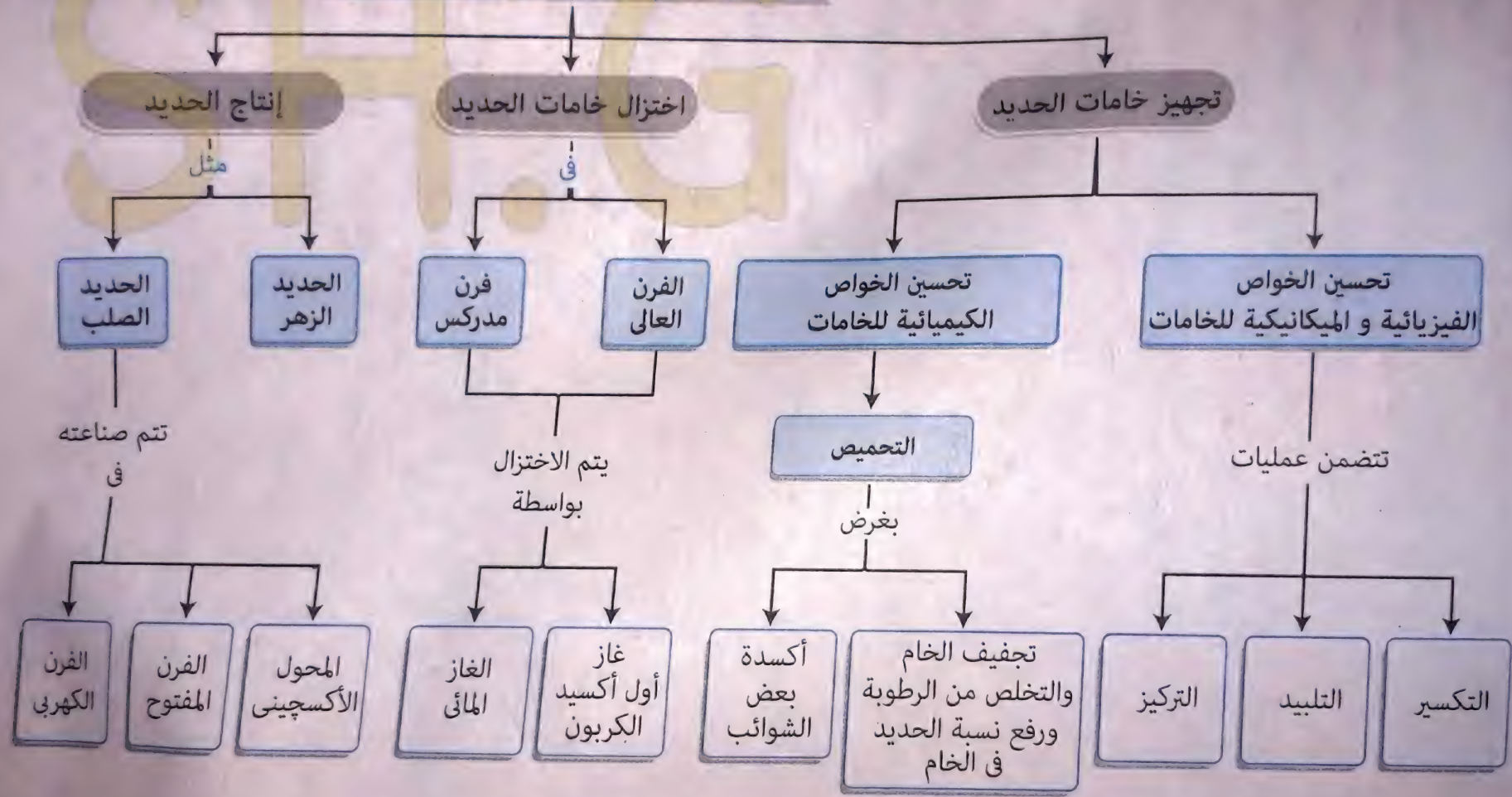
\* مركبات الكروم (III)  $Cr^{3+}$  تظهر باللون الأخضر لأنها تمتص طاقة فوتون الضوء الأحمر فتظهر باللون الأخضر المتمم له.

\* أيونات  $Sc^{3+}$  ،  $Cu^+$  ،  $Zn^{2+}$  غير ملونة لأن أوربيتالات المستوى الفرعي 3d تكون فارغة في حالة  $Sc^{3+}$  وتامة الامتلاء في حالتى  $Cu^+$  و  $Zn^{2+}$  وبالتالي لا تتواجد إلكترونات مفردة في هذه الحالات.

\* يسبب حمض النيتريك المركز خمولاً للحديد لتكون طبقة من الأكسيد غير المسامي على سطح الحديد تمنع استمرار تفاعله مع الحمض.



## استخلاص الحديد من خاماته





## ذوبانية بعض المركبات الشائعة في الماء

الذوبانية في الماء	الكاتيونات	مع	الانيونات
تذوب	$(H^+), (NH_4^+), (K^+), (Na^+)$	(١)	كل الأنيونات
تذوب	كل الكاتيونات	(٢)	النترات $(NO_3^-)$ البيكربونات $(HCO_3^-)$
تذوب شحيحة الذوبان	$(Ba^{2+}), (Ca^{2+}), (Mg^{2+}), (H^+), (NH_4^+), (K^+), (Na^+)$ عدا باقي الكاتيونات	(٣)	الكبريتيد $(S^{2-})$
تذوب شحيحة الذوبان	كل الكاتيونات عدا $(Pb^{2+}), (Ba^{2+}), (Ca^{2+}), (Ag^+)$	(٤)	الكبريتات $(SO_4^{2-})$
تذوب شحيحة الذوبان	$Ca^{2+}$ درجة ذوبانه منخفضة عدا باقي الكاتيونات	(٥)	الهيدروكسيد $(OH^-)$
تذوب شحيحة الذوبان	كل الكاتيونات عدا $(Cu^{2+}), (Pb^{2+}), (Ag^+)$	(٦)	الكلوريد $(Cl^-)$ البروميد $(Br^-)$ اليوديد $(I^-)$
تذوب شحيحة الذوبان	$(H^+), (NH_4^+), (K^+), (Na^+)$ عدا باقي الكاتيونات	(٧)	الفوسفات $(PO_4^{3-})$ الكربونات $(CO_3^{2-})$ الكبريتيت $(SO_3^{2-})$





## معادلات كيميائية

## أولاً الكشف عن الأنيونات (الشقوق الحامضية)

## أ مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف

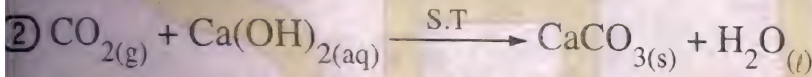
١ مجموعة الكربونات ( $\text{CO}_3^{2-}$ )

• التجربة الأساسية : عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح الكربونات،

يحدث فوران لتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون  $\text{CO}_2$

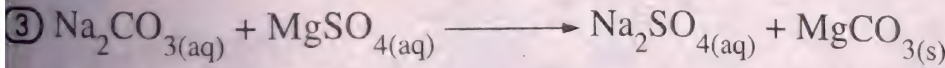


\* يتعكر ماء الجير الرائق عند إمرار غاز ثاني أكسيد الكربون فيه لمدة قصيرة (S.T).



• التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى محلول ملح الكربونات

يتكون راسب أبيض على البارد من كربونات الماغنسيوم، يذوب في حمض الهيدروكلوريك.

٢ مجموعة البيكربونات ( $\text{HCO}_3^-$ )

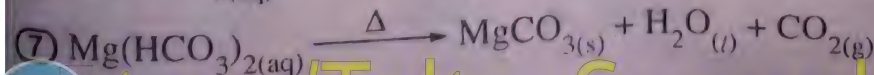
• التجربة الأساسية : عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح البيكربونات،

يحدث فوران، لتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير الرائق.



• التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى محلول ملح البيكربونات

يتكون راسب أبيض من كربونات الماغنسيوم بعد التسخين.





### ٢ مجموعة الكبريتيت ( $\text{SO}_3^{2-}$ )

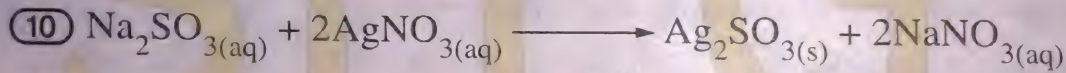
• التجربة الأساسية : عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح الكبريتيت، يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت ذو الرائحة النفاذة.



\* عند تعرض ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز لغاز ثاني أكسيد الكبريت المتصاعد فإنها تخضّر، لتكون مادة كبريتات الكروم (III) (خضراء اللون).

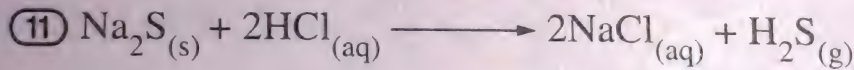


• التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول ملح الكبريتيت، يتكون راسب أبيض من كبريتيت الفضة، يسود بالتسخين.

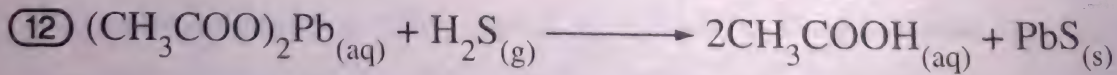


### ٣ مجموعة الكبريتيد ( $\text{S}^{2-}$ )

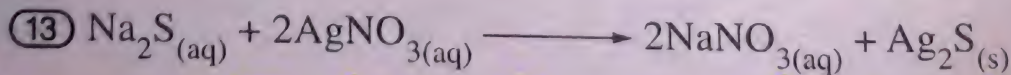
• التجربة الأساسية : عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح الكبريتيد، يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين ذو الرائحة الكريهة.



\* عند تعرض ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (II) لغاز كبريتيد الهيدروجين المتصاعد، فإنها تسود، لتكون مركب كبريتيد الرصاص (II) الأسود اللون.



• التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول ملح الكبريتيد، يتكون راسب أسود من كبريتيد الفضة.

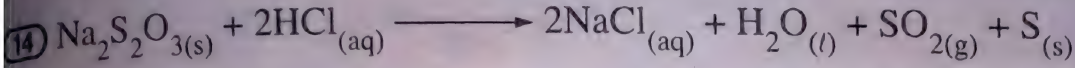


[t.me/Talta\\_Secondary\\_Alwm](https://t.me/Talta_Secondary_Alwm)

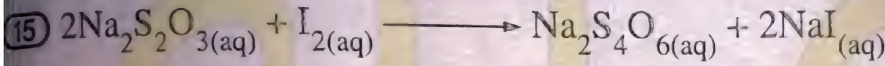


### ٥ مجموعة الثيوكبريتات ( $S_2O_3^{2-}$ )

- التجربة الأساسية : عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح الثيوكبريتات، يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت ويظهر راسب أصفر نتيجة لتعلق الكبريت في المحلول.

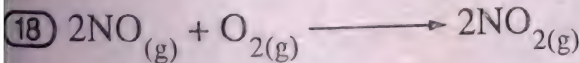
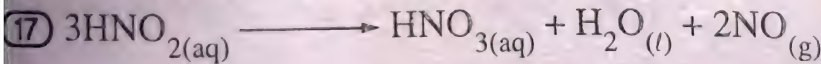
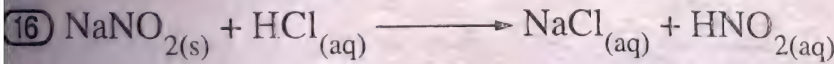


- التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول اليود إلى محلول ملح ثيوكبريتات، يزول لون اليود البني لتكون محلول يوديد الصوديوم عديم اللون.

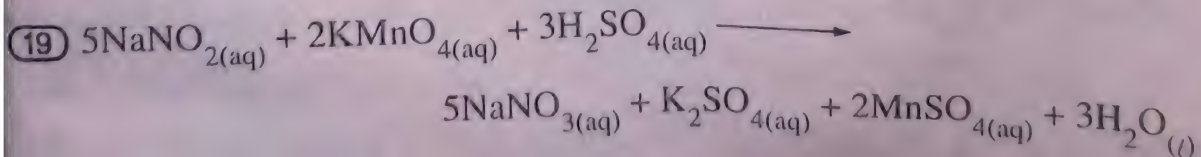


### ٦ مجموعة النيتريت ( $NO_2^-$ )

- التجربة الأساسية : عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح النيتريت، يتصاعد غاز أكسيد النيتريك عديم اللون والذي يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى اللون البني المحمر، لاتحاده بالأكسجين مكوناً غاز ثاني أكسيد النيتروجين.



- التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول برمنجنات البوتاسيوم الحمضة بـ حمض الكبريتيك المركز إلى محلول ملح نيتريت الصوديوم، يزول لون البرمنجنات البنفسجي لاختزال محلول برمنجنات البوتاسيوم متحولاً إلى محاليل أملاح أخرى، خليطها عديم اللون.

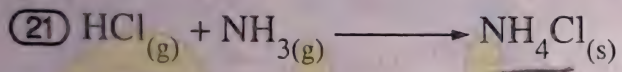
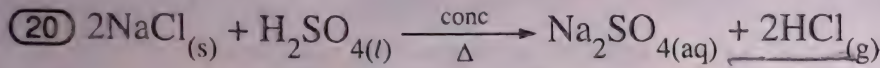




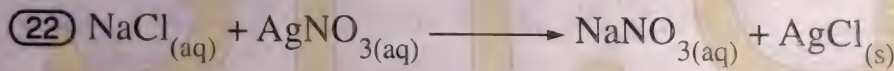
## ب مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز

١ أنيون الكلوريد ( $\text{Cl}^-$ )

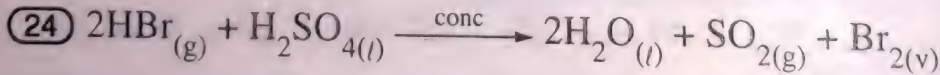
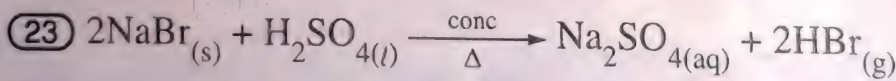
• التجربة الأساسية : عند إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى ملح الكلوريد مع التسخين، يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون، والذي يكون سحب بيضاء عند تقريب ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر إليه.



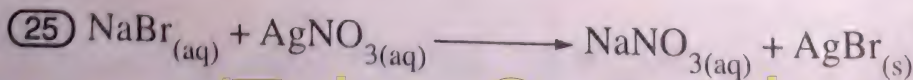
• التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول ملح الكلوريد، يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة، يصير بنفسجياً عند تعرضه للضوء، ويذوب في محلول النشادر المركز.

٢ أنيون البروميد ( $\text{Br}^-$ )

• التجربة الأساسية : عند إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى ملح البروميد مع التسخين، يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون والذي يتأكسد جزء منه بفعل حمض الكبريتيك مكوناً أبخرة برتقالية حمراء من البروم تسبب اصفرار ورقة مبللة بمحلول النشا.

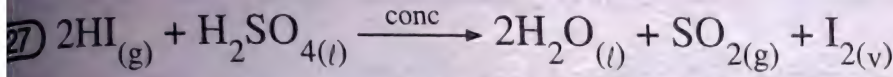
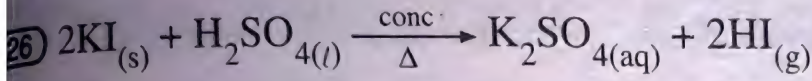


• التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول ملح البروميد، يتكون راسب أبيض مصفر من بروميد الفضة، يصير داكناً عند تعرضه للضوء، ويذوب ببطء في محلول النشادر المركز.





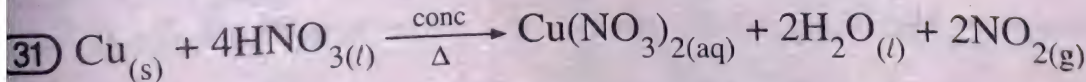
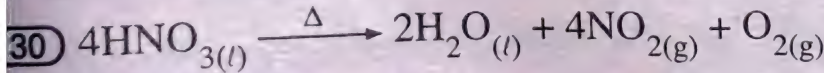
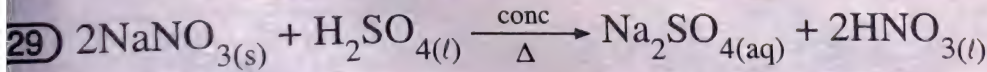
• التجربة الأساسية : عند إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى ملح اليوديد مع التسخين يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون والذي يتأكسد جزء منه بفعل حمض الكبريتيك مكوناً أبخرة اليود البنفسجية، والتي تُزرَق ورقة مبللة بمحلول النشا.



• التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول ملح اليوديد، يتكون راسب أصفر من يوديد الفضة، لا يذوب في محلول النشادر.

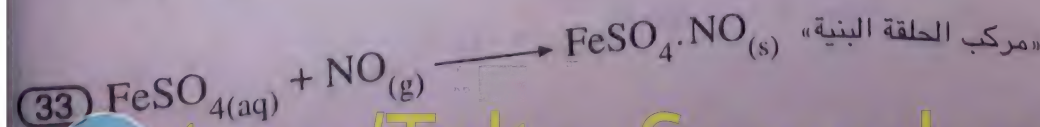
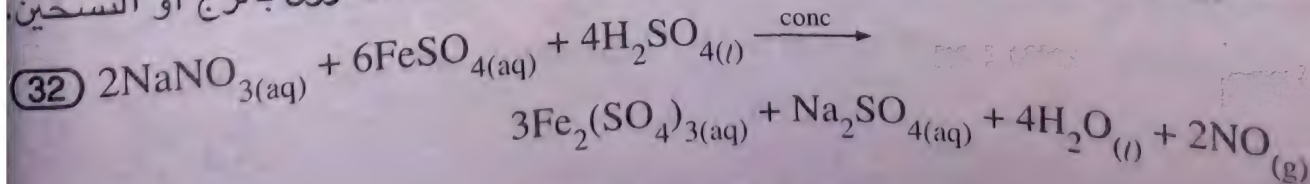


• التجربة الأساسية : عند إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى ملح النترات مع التسخين تتصاعد أبخرة بنية حمراء من ثاني أكسيد النيتروجين، تزداد كثافتها عند إضافة القليل من خراطة النحاس إلى خليط التفاعل.



• التجربة التأكيدية (اختبار الحلقة البنية) :

عند إضافة محلول كبريتات الحديد (II) حديث التحضير إلى محلول ملح النترات، ثم إضافة بضع قطرات من حمض الكبريتيك المركز بحرص على السطح الداخلي لأنبوبة الاختبار تتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحاليل التفاعل تزول بالرج أو التسخين.





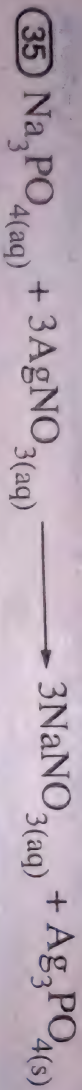
## مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم

١ مجموعة الفوسفات ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

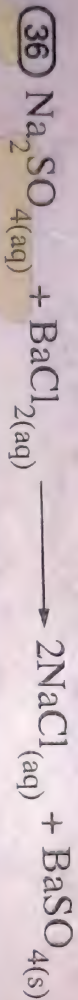
- التجربة الأساسية : عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول ملح الفوسفات، يتكون راسب أبيض من فوسفات الباريوم يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف.



- التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول ملح الفوسفات، يتكون راسب أصفر من فوسفات الفضة، يذوب في كل من محلول النشادر وحمض النيتريك.

٢ مجموعة الكبريتات ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

- التجربة الأساسية : عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول ملح الكبريتات، يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف.



- التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول أسيات الرصاص (II) إلى محلول ملح الكبريتات، يتكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص (II).



## الكشف عن الكاتيونات (الشقوق القاعدية)

## أ المجموعة التحليلية الثانية

كationen النحاس ( $\text{Cu}^{2+}$ )

- عند إضافة قطرات من حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى محلول ملح النحاس (II)، ثم إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين في المحلول، يتكون راسب أسود من كبريتيد النحاس (II)، يذوب في حمض النيتريك الساخن.





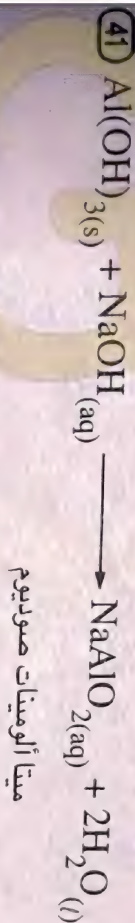
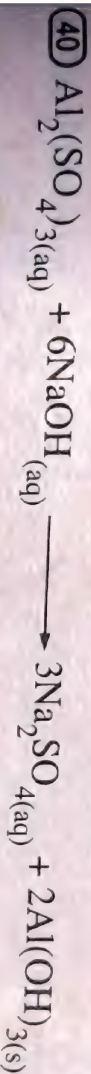
## المجموعة التحليلية الثالثة

١ كاتيون الألومنيوم  $Al^{3+}$ 

- التجربة الأساسية : عند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الألومنيوم يتكون راسب أبيض جيلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم، يذوب في كل من الأحماض المخففة ومحلول الصودا الكاوية.



- التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الألومنيوم، يتكون راسب أبيض جيلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم، يذوب في وفرة من هيدروكسيد الصوديوم، مكوناً ميثا ألومينات الصوديوم.

٢ كاتيون الحديد (II)  $Fe^{2+}$ 

- التجربة الأساسية : عند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الحديد (II)، يتكون راسب أبيض يتحول عند تعرضه للهواء إلى اللون الأبيض المخضر، ويذوب في الأحماض.



- التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الحديد (II)، يتكون راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد (II).





### كатиون الحديد (III) $Fe^{3+}$

- التجربة الأساسية : عند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الحديد (III) ، يتكون راسب بني محمر جيلاتيني من هيدروكسيد الحديد (III) ، يذوب في الأحماض.



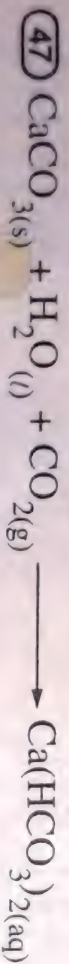
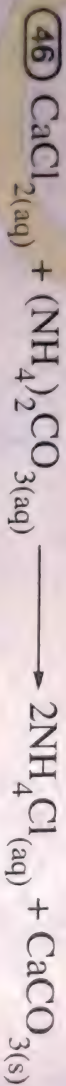
- التجربة التأكيدية : عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الحديد (III) ، يتكون راسب بني محمر جيلاتيني من هيدروكسيد الحديد (III).



### المجموعة التحليلية الخامسة

#### كатиون الكالسيوم $Ca^{2+}$

- التجربة الأساسية : عند إضافة محلول كربونات الأمونيوم إلى محلول ملح الكالسيوم ، يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم ، يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف ، وكذلك في الماء المحتوي على غاز ثاني أكسيد الكربون.



#### • التجربة التأكيدية :

- (١) عند إضافة حمض الكبريتيك المخفف إلى محلول ملح الكالسيوم ، يتكون راسب أبيض من كبريتات الكالسيوم.



#### (٢) الكشف الجاف :

- عند تعرض ملح صلب يحتوي على كاتيونات كالسيوم للمنطقة غير المضيئة من لهب بنزن ، فإنها تتلون بلون أحمر طوبى.



طرق كشف و تمييز  
التمييز بين أنيونات مجموعة حمض الهيدروكلوريك المخفف باستخدام حمض HCl المخفف،  
ديرجي الرجوع للمعادلات صفحات (١٨ ، ٢٥) لعدم التكرار،

كربونات الصوديوم	بيكربونات الصوديوم	كبريتات الصوديوم	كبريتيد الصوديوم	ثيوكبريتات الصوديوم	نيتريت الصوديوم
يحدث فوران لتصاعد غاز $CO_2$ الذي يعكر ماء الجير الرائق «المعادلتين (1) ، (2)»	يحدث فوران لتصاعد غاز $CO_2$ الذي يعكر ماء الجير الرائق «المعادلتين (1) ، (2)»	يحدث فوران لتصاعد غاز $CO_2$ الذي يعكر ماء الجير الرائق «المعادلتين (1) ، (2)»	يحدث فوران لتصاعد غاز $CO_2$ الذي يعكر ماء الجير الرائق «المعادلتين (1) ، (2)»	يحدث فوران لتصاعد غاز $CO_2$ الذي يعكر ماء الجير الرائق «المعادلتين (1) ، (2)»	يحدث فوران لتصاعد غاز $CO_2$ الذي يعكر ماء الجير الرائق «المعادلتين (1) ، (2)»
عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح	عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح	عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح	عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح	عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح	عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح

٢

التمييز بين أنيونات (الكبريتيت ، الكبريتيد ، الكلوريد ، البروميد ، اليوديد ، الفوسفات) باستخدام محلول نترات الفضة

كبريتات الصوديوم	كبريتيد الصوديوم	كبريتات الصوديوم	كبريتيد الصوديوم	كلوريد الصوديوم	بروميد الصوديوم	يوديد الصوديوم	فوسفات الصوديوم
يحدث فوران لتصاعد غاز $CO_2$ الذي يعكر ماء الجير الرائق «المعادلتين (1) ، (2)»	يحدث فوران لتصاعد غاز $CO_2$ الذي يعكر ماء الجير الرائق «المعادلتين (1) ، (2)»	يحدث فوران لتصاعد غاز $CO_2$ الذي يعكر ماء الجير الرائق «المعادلتين (1) ، (2)»	يحدث فوران لتصاعد غاز $CO_2$ الذي يعكر ماء الجير الرائق «المعادلتين (1) ، (2)»	يحدث فوران لتصاعد غاز $CO_2$ الذي يعكر ماء الجير الرائق «المعادلتين (1) ، (2)»	يحدث فوران لتصاعد غاز $CO_2$ الذي يعكر ماء الجير الرائق «المعادلتين (1) ، (2)»	يحدث فوران لتصاعد غاز $CO_2$ الذي يعكر ماء الجير الرائق «المعادلتين (1) ، (2)»	يحدث فوران لتصاعد غاز $CO_2$ الذي يعكر ماء الجير الرائق «المعادلتين (1) ، (2)»
عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول ملح	عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول ملح	عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول ملح	عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول ملح	عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول ملح	عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول ملح	عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول ملح	عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول ملح

٣



التمييز بين أيونات مجموعة حمض الكبريتيك المركز باستخدام حمض  $H_2SO_4$  المركز

كلوريد الصوديوم	بروميد الصوديوم	يوديد الصوديوم	نترات الصوديوم
يتصاعد غاز عديم اللون، يُكون سحب بيضاء عند تعريضه لساق مبللة بمحلول النشا	أبخرة برتقالية حمراء، تصفّر ورقة مبللة بمحلول النشا	أبخرة اليود البنفسجية التي تُترقّ ورقة مبللة بمحلول النشا	تتصاعد أبخرة بيضاء حمراء المعادن (29) ، (30)
عند إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى الملح مع التسخين	« (20) ، (21) » المعادن	« (23) ، (24) » المعادن	« (26) ، (27) » المعادن

التمييز بين كاتيونات (الألومنيوم ، الحديد (II) ، الحديد (III) باستخدام محلول الصودا الكاوية

كلوريد الحديد (III)	كبريتات الحديد (II)	كبريتات الألومنيوم	كلوريد الصوديوم
يتكون راسب بني محمر جيلاتيني والمعادلة (45)	يتكون راسب أبيض مخضر والمعادلة (43)	يتكون راسب أبيض جيلاتيني يذوب في وفرة من NaOH والمعادن (40) ، (41)	عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح



5 التمييز بين ملح كربونات الصوديوم باستخدام محلول كبريتات الماغنسيوم

بيكربونات الصوديوم	كربونات الصوديوم	
يتكون راسب أبيض بعد التسخين «المعادلتين (6) ، (7)»	يتكون راسب أبيض على البارد «المعادلة (3)»	عند إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى محلول ملح

6 التمييز بين ملح نيتريت الصوديوم و نترات الصوديوم باستخدام حمض الهيدروكلوريك

نترات الصوديوم	نيتريت الصوديوم	
لا يحدث تفاعل	يتساعد غاز NO عديم اللون والذي يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى اللون البني المحمر «المعادلات (16) : (18)»	عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح

7 التمييز بين ملح بيكربونات الكالسيوم و ملح كلوريد الكالسيوم باستخدام حمض الهيدروكلوريك

كلوريد الكالسيوم	بيكربونات الكالسيوم	
لا يحدث تفاعل	يحدث فوران لتساعد غاز $CO_2$ الذي يعكر ماء الجير الراقق	عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح

8 التمييز بين أيون الكبريتات و أيون الفوسفات باستخدام محلول كلوريد الباريوم

فوسفات الصوديوم	كبريتات الصوديوم	
يتكون راسب أبيض يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف «المعادلة (34)»	يتكون راسب أبيض لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف «المعادلة (36)»	عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول ملح

9 التمييز بين ملح كبريتيد الصوديوم و ملح كلوريد الصوديوم باستخدام حمض الهيدروكلوريك

كلوريد الصوديوم	كبريتيد الصوديوم	
لا يحدث تفاعل	يتساعد غاز $H_2S$ ذو الرائحة الكريهة والذي يسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (II) «المعادلتين (11) ، (12)»	عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح



# التمييز بين ملح كبريتات الصوديوم و ملح يوديد الصوديوم باستخدام حمض الكبريتيك المركز الساخن

يوديد الصوديوم	كبريتات الصوديوم	عند إضافة حمض الكبريتيك المركز الساخن إلى ملح
تتصاعد أبخرة اليود البنفسجية التي تتركز ورقة مبللة بمحلول النشا	لا يحدث تفاعل	

## التمييز بين ملحي كبريتيت الصوديوم و كبريتات الصوديوم باستخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف

كبريتات الصوديوم	كبريتيت الصوديوم	عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح
لا يحدث تفاعل	يتصاعد غاز $SO_2$ الذي يخضر ورقة مبللة بثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بـ حمض الكبريتيك المركز	

## التمييز بين حمض الهيدروكلوريك و حمض الكبريتيك باستخدام ملح كلوريد الصوديوم

حمض الكبريتيك	حمض الهيدروكلوريك	عند إضافة ملح كلوريد الصوديوم إلى كلا من
يتصاعد غاز عديم اللون والذي يكون سحب بيضاء عند تعرضه لساق مبللة بمحلول النشا	لا يحدث تفاعل	

## التمييز بين كبريتات الصوديوم و كبريتات الألومنيوم باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم

كبريتات الألومنيوم	كبريتات الصوديوم	عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى
يتكون راسب أبيض جيلاتيني $NaOH$ يذوب في وفرة من	لا يحدث تفاعل	



## بعض الأدلة الكيميائية المستخدمة في عمليات المعايرة

الدليل	اللون في الوسط المتعادل	اللون في الوسط الحامضي	اللون في الوسط القاعدي
الميثيل البرتقالي	برتقالي	أحمر	أصفر
الفينولفثالين	عديم اللون	عديم اللون	أحمر
عباد الشمس	إرجواني	أحمر	أزرق
أزرق بروموثيمول	أخضر فاتح	أصفر	أزرق

## قوانين و علاقات

5

## تراكم معرفتي

1

المغاهيم والقوانين الآتي ذكرها سبق دراستها في الصف الأول الثانوي، وهي مقررقة في هذا المنهج لعلاقتها بباقي أبواب المنهج المقرر، إلا أنها لن تكون موضع أسئلة مباشرة.

\* الكتلة المولية هي مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة في تركيب جزئية المركب التساهمي أو وحدة صيغة المركب الأيوني، مقدرة بوحدة (g/mol).

مثال احسب الكتلة المولية من مركب كلورات الصوديوم  $\text{NaClO}_3$

$$\text{Na} = 23, \text{Cl} = 35.5, \text{O} = 16$$

$$\text{الحل} \quad \text{الكتلة المولية من } \text{NaClO}_3 = 23 + 35.5 + (3 \times 16) = 106.5 \text{ g/mol}$$

$$\text{عدد المولات (mol)} = \frac{\text{كتلة المادة (g)}}{\text{الكتلة المولية من المادة (g/mol)}}$$

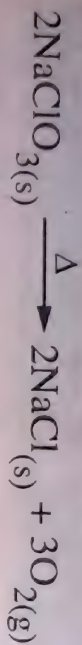
مثال احسب عدد مولات  $\text{NaClO}_3$  الموجودة في عينة منه كتلتها 42.6 g

$$\text{الحل} \quad \text{عدد المولات} = \frac{42.6 \text{ g}}{106.5 \text{ g/mol}} = 0.4 \text{ mol}$$



عدد أفوجادرو ( $6.02 \times 10^{23}$ )	عدد مولات	عدد
	الإلكترونات	الإلكترونات
	الأيونات	الأيونات
	الذرات	الذرات
	وحدات الصيغة	وحدات الصيغة
	الجزيئات	الجزيئات

**مثال** احسب عدد جزيئات غاز الأكسجين الناتجة من الانحلال الحرارى لكمية مقدارها 0.4 mol من كلورات الصوديوم  $\text{NaClO}_3$  ، تبعاً للمعادلة :



2 mol                      3 mol

0.4 mol                      ? mol

الحل

$$\text{عدد مولات } \text{O}_2 \text{ الناتجة} = \frac{3 \times 0.4}{2} = 0.6 \text{ mol}$$

$$\text{عدد جزيئات } \text{O}_2 = (6.02 \times 10^{23}) \times 0.6 = 3.612 \times 10^{23} \text{ molecule}$$

**3** حجم الغاز (L) = عدد مولات الغاز (mol)  $\times$  22.4 (L/mol) (at STP)

**مثال** احسب حجم 0.4 mol من غاز الأكسجين (at STP).

$$\text{الحل} \quad \text{حجم غاز } \text{O}_2 = 22.4 \times 0.4 = 8.96 \text{ L}$$

**4** الكثافة الغاز (g/L) =  $\frac{\text{الكثافة المولية (g/mol)}}{22.4 \text{ (L/mol)}}$  (at STP)

[O = 16]

**مثال** احسب كثافة غاز الأكسجين (at STP).

$$\text{الحل} \quad \text{كثافة غاز } \text{O}_2 = \frac{16 \times 2}{22.4} = 1.429 \text{ g/L}$$

**1** التركيز المولارى (M) =  $\frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$

**مثال** احسب التركيز المولارى لمحلول حجمه 205 mL يحتوى على 4.1 g

[Na = 23, Cl = 35.5]

من ملح كلوريد الصوديوم.



**الحل** الكتلة المولية من  $\text{NaCl} = 58.5 + 23 = 81.5$  g/mol

$$\text{عدد مولات NaCl} = \frac{4.1}{81.5} = 0.05 \text{ mol}$$

$$\text{حجم المحلول باللتر} = \frac{0.05}{1000} = 0.00005 \text{ L}$$

$$\text{التركيز المولاري للمحلول} = \frac{0.05}{0.00005} = 1000 \text{ M}$$

$$\text{النسبة المئوية الكتلية لعنصر في مركب (\%)} = \frac{\text{كتلة العنصر في مول من المركب (g/mol)}}{\text{الكتلة المولية للمركب (g/mol)}} \times 100\%$$

**مثال** احسب النسبة المئوية الكتلية للحديد في خام الهيماتيت «بفرض نقاء».

$$r = 55.8, O = 16$$

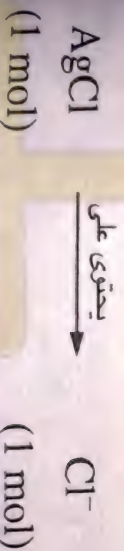


$$(55.8 \times 2) + (16 \times 3) = 2 \times 55.8 = 159.6 \text{ g/mol}$$

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للحديد في الهيماتيت} = \frac{111.6}{159.6} \times 100\% = 69.9\%$$

$$\text{النسبة المئوية الكتلية لمركب في عينة غير نقية (\%)} = \frac{\text{كتلة المركب في العينة (g)}}{\text{كتلة العينة غير النقية (g)}} \times 100\%$$

**مثال** أُذيب 2 غ من كلوريد الصوديوم (غير النقي) في الماء وأضيف إليها وفرة من نترات الفضة فترسب 4.628 غ من كلوريد الفضة، احسب النسبة المئوية الكتلية للكلور في عينة كلوريد الصوديوم غير النقي.  $\text{Na} = 23, \text{Cl} = 35.5, \text{Ag} = 108$



$$143.5 \text{ g/mol} = 35.5 \text{ g/mol} + ? \text{ g}$$

$$\text{كتلة أيونات الكلوريد} = \frac{4.628 \times 35.5}{143.5} = 1.145 \text{ g}$$

$$\text{النسبة المئوية الكتلية} = 100\% \times \frac{1.145}{2} = 57.25\%$$



## حسابات المعايرة

 $M_a$  تركيز الحمض (mol/L) $V_a$  حجم الحمض (L) $n_a$  عدد مولات الحمض (mol)

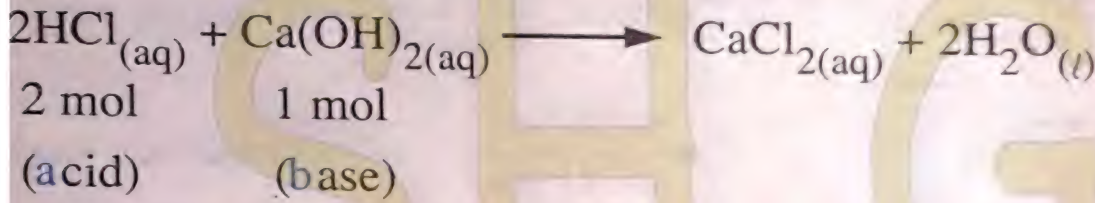
«من معادلة التفاعل الموزونة»

$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

 $M_b$  تركيز القاعدة (mol/L) $V_b$  حجم القاعدة (L) $n_b$  عدد مولات القاعدة (mol)

«من معادلة التفاعل الموزونة»

**مثال** احسب التركيز المولاري لمحلول هيدروكسيد الكالسيوم الذي يلزم لمعايرة 20 mL منه 25 mL من حمض هيدروكلوريك تركيزه 0.5 M



$$M_b = \frac{M_a V_a n_b}{V_b n_a} = \frac{0.5 \times 25 \times 1}{20 \times 2} = 0.3125 \text{ M}$$

## تعيين الصيغة الجزيئية للأملاح المتهدرته (المادة المتبلرة) بطريقة التطاير

كتلة ماء التبخر في العينة = كتلة المادة المتهدرته - كتلة المادة غير المتهدرته  
«قبل التسخين»                      «بعد التسخين و ثبات الكتلة»

المادة غير المتهدرته	ماء التبخر	
$X \text{ g/mol}$	$18 \text{ g/mol}$	الكتلة المولية
$\frac{\text{كتلة المادة غير المتهدرته (g)}}{X \text{ g/mol}}$	$\frac{\text{كتلة ماء التبخر في العينة (g)}}{18 \text{ g/mol}}$	عدد المولات
$\frac{\text{عدد مولات المادة غير المتهدرته}}{\text{عدد المولات الأصغر}}$	$\frac{\text{عدد مولات ماء التبخر}}{\text{عدد المولات الأصغر}}$	نسبة عدد المولات

من العلاقة السابقة

ومن النسبة بين عدد مولات كل من (ماء التبخر و المادة غير المتهدرته)

يمكن تعيين الصيغة الجزيئية للملح المتهدرت



### مثال

أوجد الصيغة الجزيئية للمح كوريد الباريوم المتهدرت، إذا علمت أنه بعد تسخين عينة كتلتها 2.6903 g تسخيناً شديداً، ثبتت الكتلة عند 2.2923 g  
 $B = 137, Cl = 35.5, O = 16, H = 1$

### الحل

الكتلة المولية من  $BaCl_2 = (2 \times 35.5) + 137 = 208 \text{ g/mol}$   
 كتلة ماء التبخر في العينة =  $2.6903 - 2.2923 = 0.398 \text{ g}$

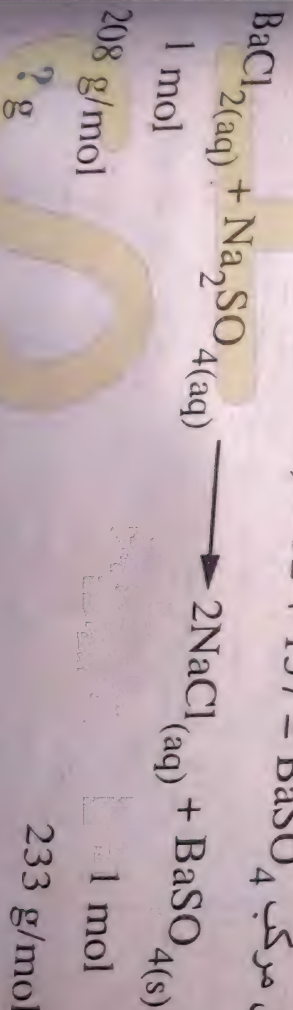
المادة غير المتهدرة	ماء التبخر	عدد المولات
$0.011 \text{ mol} = \frac{2.2923 \text{ g}}{208 \text{ g/mol}}$	$0.022 \text{ mol} = \frac{0.398 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}}$	عدد المولات
$1 = \frac{0.011 \text{ mol}}{0.011 \text{ mol}}$	$2 = \frac{0.022 \text{ mol}}{0.011 \text{ mol}}$	نسبة عدد المولات
$BaCl_2 \cdot 2H_2O$ المتهدرت : الباريوم الكلوريد $\therefore$ الصيغة الجزيئية للمح كوريد الباريوم المتهدرت		

### تحليل الكتل بطريقة الترسيب



أحسب كتلة كلوريد الباريوم الذائب في محلول كلوريد الباريوم، إذا علمت أنه عند إضافة محلول كبريتات الصوديوم إليه بوفرة، يترسب 2 g من كبريتات الباريوم.  
 $Ba = 137, Cl = 35.5, S = 32, O = 16$

$208 \text{ g} = (2 \times 35.5) + 137 = BaCl_2$  مركب  
 الكتلة المولية من مركب  $BaCl_2$   
 $233 \text{ g} = (4 \times 16) + 32 + 137 = BaSO_4$  مركب  
 الكتلة المولية من مركب  $BaSO_4$



1 mol  
 233 g/mol

2 g

كتلة مادة  $BaCl_2$  الذائبة في محلولها =  $\frac{2 \times 208}{233} = 1.785 \text{ g}$



## ٦ / نبذات مختصرة

\* الأساس العام للكشف عن الأنيونات ،  
المض الأكثر ثباتاً (الأعلى في درجة العليان) يطرد الأحماض الأقل ثباتاً في صورة غازات  
يمكن التعرف عليها من ألوانها أو رائحتها أو أى خاصية مميزة أخرى.

\* مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف :

النيتريت (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	الثيوكبريتات (S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	الكبريتيد (S <sup>2-</sup> )	الكبريتيت (SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	البكربونات (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	الكربونات (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )
---	--	---------------------------------	---	--	---

\* مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز :

النترات (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	اليوديد (I <sup>-</sup> )	البروميد (Br <sup>-</sup> )	الكلوريد (Cl <sup>-</sup> )
--	------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

\* مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم :

الكبريتات (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	الفوسفات (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )
---	--

\* الأساس العام للكشف عن الكاتيونات :

تقسم الكاتيونات إلى ست مجموعات تحليلية، اعتماداً على اختلاف ذوبان أملاح فلزاتها  
في الماء، وإمكانية فصلها في صورة رواسب، كما يتضح من الجدول التالي :

المجموعة التحليلية	بعض كاتيوناتها	الكاشف العام	ترسب على هيئة
الأولى	<ul style="list-style-type: none"> <li>الفضة (I) Ag<sup>+</sup></li> <li>الزئبق (I) Hg<sup>+</sup></li> <li>الرمصاص (II) Pb<sup>2+</sup></li> </ul>	حمض الهيدروكلوريك المخفف	كلوريدات
الثانية	النحاس (II) Cu <sup>2+</sup>	HCl (aq) + H <sub>2</sub> S (g)	كبريتيدات
الثالثة	<ul style="list-style-type: none"> <li>الألومنيوم Al<sup>3+</sup></li> <li>الحديد (II) Fe<sup>2+</sup></li> <li>الحديد (III) Fe<sup>3+</sup></li> </ul>	هيدروكسيد الأمونيوم	هيدروكسيدات
الخامسة	الكالسيوم Ca <sup>2+</sup>	كربونات الأمونيوم	كربونات





## الاتزان الكيميائي

3 ج

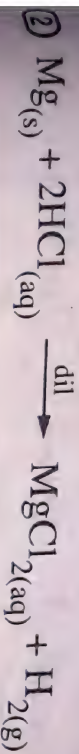
### ١ معادلات كيميائية

\* من التفاعلات القائمة :

• تفاعل محلول كلوريد الصوديوم مع محلول نترات الفضة لتكوين راسب أبيض من كلوريد الفضة

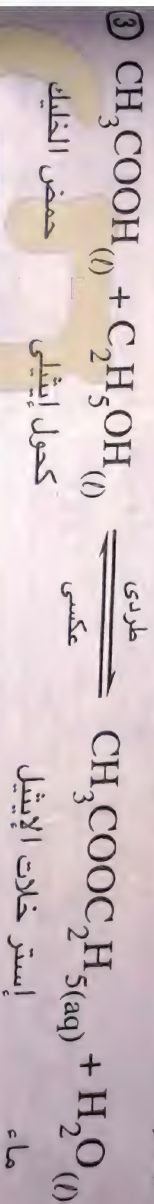


• تفاعل الماغنسيوم مع حمض الهيدروكلوريك لتكوين غاز الهيدروجين.



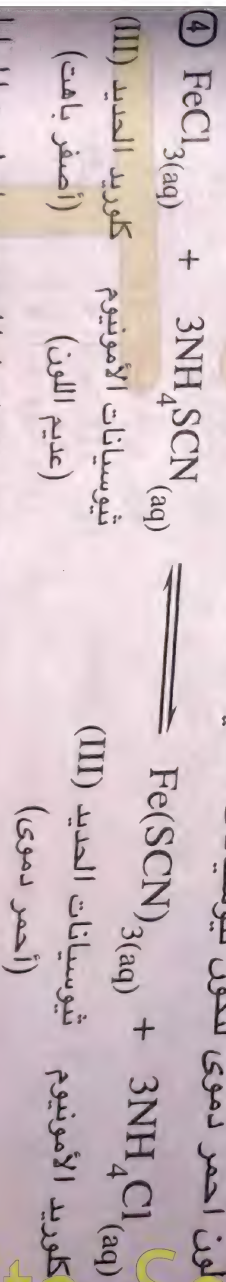
\* من التفاعلات الانعكاسية : تفاعل حمض الخليك (الأسيتيك) مع الكحول الإيثيلي (الإيثانول)

لتكوين إستر أسيتات (خلات) الإيثيل وماء.



\* تطبيق على قانون فعل الكتلة :

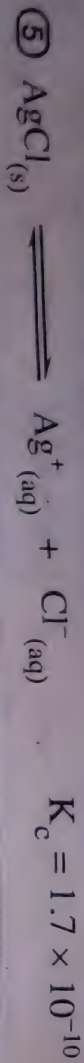
عند إضافة محلول كلوريد الحديد (III) إلى محلول ثيوسيانات الأمونيوم - عديم اللون - يظهر لون أحمر دموي لتكون ثيوسيانات الحديد (III).



وعند إضافة المزيد من محلول كلوريد الحديد (III) إلى التفاعل المتزن، يزداد لون المحلول واحمراراً، دليلاً على زيادة معدل التفاعل الطردى (تكون المزيد من ثيوسيانات الحديد (III) احمراراً، دليلاً على زيادة معدل التفاعل الطردى) وعند إضافة قطرات من محلول كلوريد الأمونيوم يتحول اللون تدريجياً حسب قاعدة لوشتاتليه، وعند إضافة قطرات من محلول كلوريد الأمونيوم يتحول اللون تدريجياً حتى يصبح أصفر باهت دليلاً على زيادة معدل التفاعل العكسي (اتجاه تكوين محلول كلوريد الحديد (III) حسب قاعدة لوشتاتليه).



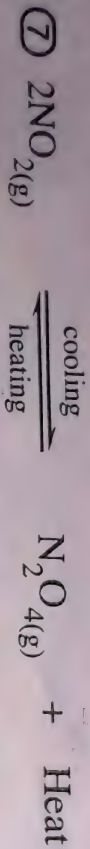
\* قيمة  $K_c$  الصغيرة لعملية ذوبان كلوريد الفضة في الماء، تدل على أنه شحيح الذوبان في الماء.  
«التفاعل العكسي هو السائد».



\* قيمة  $K_c$  الكبيرة لتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الكلور، لتكوين غاز كلوريد الهيدروجين تدل على أنه يصعب انحلال كلوريد الهيدروجين إلى عنصريه «التفاعل الطردي هو السائد».

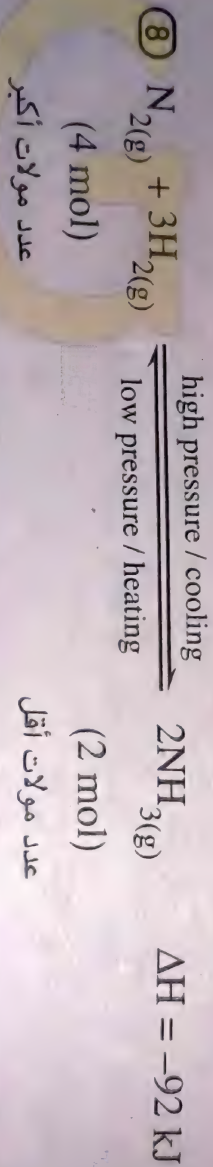


\* تبريد تفاعل متزن طارد للحرارة يؤدي إلى سير التفاعل في الاتجاه الطردي (الذي ينتج فيه حرارة).



رابع أكسيد النيتروجين (بنى محمر)  
ثاني أكسيد النيتروجين (بنى محمر)

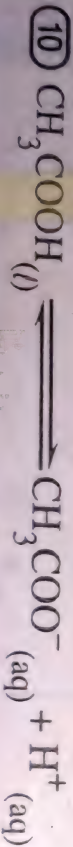
\* زيادة الضغط على تفاعل غازي متزن (نقص حجمه) يجعله ينشط في الاتجاه الذي يكون عدد مولات الغاز فيه أقل (والعكس صحيح).



\* حمض الهيدروكلوريك من الأحماض القوية، تامة التأين والتي لا يتأثر تأينها بالتخفيف.



\* حمض الأسيتيك (الخليك) من الأحماض الضعيفة، غير تامة التأين والتي يزداد تأينها بالتخفيف.

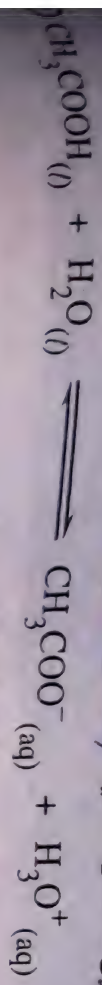


\* ليصل الهيدروجين (البروتون) الناتج من تأين الأحماض الضعيفة، غير تامة التأين والتي يزداد تأينها بالتخفيف مع زيادة ماء برابطة تناسقية مكوناً أيون هيدرونيوم (بروتون مصاة)، لذا لا يوجد أيون الهيدروجين منفرداً في المحاليل المائية للأحماض.





\* معادلة تأين حمض الخليك (حمض ضعيف) في الماء.



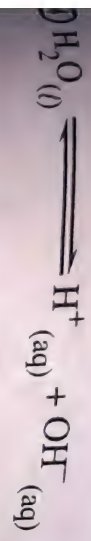
أيون أسيتات

\* معادلة تأين النشادر (قاعدة ضعيفة) في الماء.



أيون الأمونيوم

\* معادلة تأين الماء (الكتروليت ضعيف).



## ٢. قوانين و علاقات و تطبيقات

١ قاعدة لوشاتيليه «تأثير العوامل المختلفة على اتران التفاعلات الانعكاسية»

تأثيره على	اتجاه إزاحة التفاعل	الحدث	تأثير تغيير التركيز
ثابت الاتزان	اتجاه التفاعل في:	يزاح التفاعل في:	تأثير تغيير درجة الحرارة
لا يتأثر.	الاتجاه الطردى.	(١) زيادة تركيز أحد المتفاعلات المناسبة.	(١) رفع درجة حرارة تفاعل طارد للحرارة.
لا يتأثر.	الاتجاه العكسي.	(٢) نقص تركيز أحد المتفاعلات المناسبة.	(٢) خفض درجة حرارة تفاعل طارد للحرارة.
لا يتأثر.	الاتجاه العكسي.	(٣) زيادة تركيز أحد النواتج المناسبة.	(٣) رفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة.
لا يتأثر.	الاتجاه الطردى.	(٤) نقص تركيز أحد النواتج المناسبة.	(٤) خفض درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة.
يقل.	الاتجاه العكسي.		
يزيد.	الاتجاه الطردى.		
يزيد.	الاتجاه الطردى.		
يقل.	الاتجاه العكسي.		



تأثير تغير الضغط	(١) زيادة الضغط (نقص الحجم). (٢) خفض الضغط (زيادة الحجم). (٣) زيادة أو خفض الضغط في التفاعلات التي يكون فيها (عدد مولات الغازات المتفاعلة = عدد مولات الغازات الناتجة).	• يزاح التفاعل في الاتجاه الذي يكون عدد مولات الغاز فيه أقل. • يزاح التفاعل في الاتجاه الذي يكون عدد مولات الغاز فيه أكبر. • لا يتأثر.	• لا يتأثر. • لا يتأثر. • لا يتأثر.
تأثير إضافة عامل حفاز	إضافة العوامل الحفازة إلى التفاعلات المتزنة	• لا يتأثر.	• لا يتأثر.

التفاعل الكيميائي :  $aA + bB \longrightarrow cC + dD$

يعبر عن معدلة (معدل التفاعل الكيميائي) كالتالي :

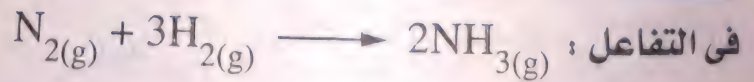
$$\frac{1}{d} \frac{\Delta[D]}{dt} = \frac{1}{c} \frac{\Delta[C]}{dt} = -\frac{1}{b} \frac{\Delta[B]}{dt} = -\frac{1}{a} \frac{\Delta[A]}{dt} = \text{معدل التفاعل}$$

حيث :  $\Delta[ ]$  : تعنى التغير في تركيز المادة.

$dt$  : تعنى التغير في الزمن.

الإشارة السالبة (-) : تعنى استهلاك المتفاعلات.

مثال



احسب معدل استهلاك غاز  $H_2$

إذا كان معدل تكوين غاز  $NH_3$  يساوي  $2.5 \times 10^{-4} \text{ mol/L.s}$



[t.me/Talta\\_Secondary\\_Alwm](https://t.me/Talta_Secondary_Alwm)



## الحل

$$\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{NH}_3]}{dt} = - \frac{1}{3} \frac{\Delta[\text{H}_2]}{dt} = \text{معدل التفاعل الكيميائي}$$

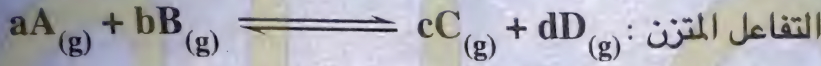
∴ معدل تكوين غاز  $\text{NH}_3$  مقدّر في الثانية الواحدة.

$$1 = dt \therefore$$

$$\frac{1}{2} \times 2.5 \times 10^{-4} = - \frac{1}{3} \Delta[\text{H}_2] =$$

$$- \frac{3}{2} \times 2.5 \times 10^{-4} = \Delta[\text{H}_2] = \text{في الثانية}$$

$$- 3.75 \times 10^{-4} \text{ mol/L.s} =$$



يعبر عن ثابت الاتزان للتفاعل المتزن السابق بإحدى وسيلتين :

$$K_p = \frac{(P_C)^c (P_D)^d}{(P_A)^a (P_B)^b} \quad \begin{array}{l} \text{الضغط} \\ \text{الجزئي} \end{array} \quad \left| \quad K_c = \frac{[\text{C}]^c [\text{D}]^d}{[\text{A}]^a [\text{B}]^b} \quad \begin{array}{l} \text{التركيز} \\ \text{الجزئي} \end{array}$$

\* في معادلة ثابت الاتزان  $K_c$  لا يُكتب تركيز :

- الماء النقي (كمذيب).
- المواد الصلبة.
- الرواسب.

لأن تركيزها يظل ثابتاً مهما اختلفت كميتها.

\* في معادلة ثابت الاتزان  $K_p$  : يُعبر عن الضغوط الجزئية للغازات الناتجة والمتفاعلة فقط.

\* القيم الكبيرة لثابت الاتزان ( $K_c > 1$ ) تعني أن التفاعل الطردى هو السائد.

\* القيم الصغيرة لثابت الاتزان ( $K_c < 1$ ) تعني أن التفاعل العكسى هو السائد.

\* الضغط الكلى للتفاعل = مجموع الضغوط الجزئية لغازاته (والمرتبطة بعدد مولات كل غاز).

مثال ١ اكتب معادلة ثابت الاتزان  $K_c$  للتفاعلات المتزنة التالية :



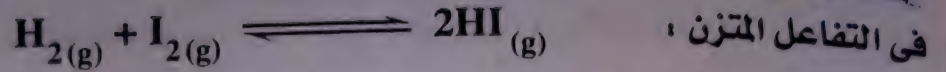
$$(1) K_c = \frac{[\text{H}_2]^2 [\text{O}_2]}{[\text{H}_2\text{O}]^2}$$

$$(2) K_c = [\text{HCl}] [\text{NH}_3]$$

## الحل

[t.me/Talta\\_Secondary\\_Alwm](https://t.me/Talta_Secondary_Alwm)





في التفاعل المتزن ،

(١) احسب ثابت الاتزان  $K_c$  للتفاعل، علماً بأن تركيزات اليود ، الهيدروجين ، يوديد الهيدروجين عند الاتزان تساوى 0.221 M ، 0.221 M ، 1.563 M على الترتيب.

(٢) هل ينشط التفاعل في الاتجاه الطردى أم العكسى ؟ مع التعليل.

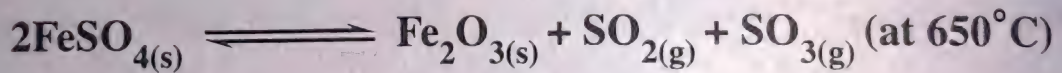
(٣) احسب ثابت الاتزان  $K_p$  للتفاعل، إذا كانت ضغوط الغازات عند الاتزان 0.1 atm ، 0.1 atm ، 0.8 atm لكل من  $\text{H}_2$  ،  $\text{I}_2$  ،  $\text{HI}$  على الترتيب.

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{I}_2][\text{H}_2]} = \frac{(1.563)^2}{(0.221) \times (0.221)} = 50 \quad (١) \quad \boxed{\text{الحل}}$$

(٢) ينشط التفاعل في الاتجاه الطردى/ لأن قيمة  $(K_c > 1)$ .

$$K_p = \frac{(P_{\text{HI}})^2}{(P_{\text{I}_2})(P_{\text{H}_2})} = \frac{(0.8)^2}{(0.1) \times (0.1)} = 64 \quad (٣)$$

احسب قيمة ثابت الاتزان  $K_p$  للتفاعل المتزن التالى :



إذا علمت أن الضغط الكلى عند الاتزان لغازى  $\text{SO}_2$  ،  $\text{SO}_3$  يساوى 0.9 atm

$$0.9 \text{ atm} = (P_{\text{SO}_3}) + (P_{\text{SO}_2}) = \text{الضغط الكلى}$$

∴ عدد مولات  $\text{SO}_2$  = عدد مولات  $\text{SO}_3$  «من معادلة التفاعل».

$$\therefore (P_{\text{SO}_2}) = (P_{\text{SO}_3}) = \frac{1}{2} \times 0.9 = 0.45 \text{ atm}$$

$$K_p = (P_{\text{SO}_2})(P_{\text{SO}_3}) = 0.45 \times 0.45 = 0.2$$





## قانون استفالد

\* العلاقة بين درجة تأين ( $\alpha$ ) قاعدة ضعيفة وتركيزها ( $C_b$ ) بمعلومية ثابت تأينها ( $K_b$ )

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C_b}}$$

\* العلاقة بين درجة تأين ( $\alpha$ ) حمض ضعيف وتركيزه ( $C_a$ ) بمعلومية ثابت تأينه ( $K_a$ )

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}}$$

## مثال

احسب درجة تأين محلول الأمونيا  $\text{NH}_3(\text{aq})$  تركيزه 0.01 M (at 25°C)، علمًا بأن ثابت تأينه  $1.8 \times 10^{-5}$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C_b}} = \sqrt{\frac{1.8 \times 10^{-5}}{0.01}} = 4.24 \times 10^{-2}$$

## الحل

## مثال

احسب درجة تأين حمض الهيدروسيانيك HCN تركيزه 0.1 M (at 25°C)، علمًا بأن ثابت تأينه  $7.2 \times 10^{-10}$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}} = \sqrt{\frac{7.2 \times 10^{-10}}{0.1}} = 8.5 \times 10^{-5}$$

## الحل

\* العلاقة بين تركيز أيون الهيدروكسيل ( $\text{OH}^-$ ) في محلول قاعدة ضعيفة وتركيزها ( $C_b$ ) بمعلومية ثابت تأينها ( $K_b$ )

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{C_b \times K_b}$$

## مثال

احسب تركيز أيون الهيدروكسيل في محلول تركيزه 0.2 M من الميثيل أمين  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  (at 25°C)، علمًا بأن ثابت تأينه  $3.6 \times 10^{-4}$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{C_b \times K_b} = \sqrt{0.2 \times 3.6 \times 10^{-4}} = 8.5 \times 10^{-3} \text{ M}$$

## الحل

\* العلاقة بين تركيز أيون الهيدروجين ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) في محلول حمض ضعيف وتركيزه ( $C_a$ ) بمعلومية ثابت تأينه ( $K_a$ )

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{C_a \times K_a}$$

## مثال

احسب تركيز أيون الهيدروجين في محلول تركيزه 0.1 M من حمض الأسيتيك (at 25°C)، علمًا بأن ثابت تأينه  $1.8 \times 10^{-5}$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{C_a \times K_a} = \sqrt{0.1 \times 1.8 \times 10^{-5}} = 1.34 \times 10^{-3} \text{ M}$$

## الحل



\* العلاقة بين تركيز أيون الهيدروكسيل ( $\text{OH}^-$ ) في محلول قاعدة ضعيفة وتركيزها ( $C_b$ ) بمعلومية درجة تأينها ( $\alpha$ )

$$[\text{OH}^-] = \alpha C_b$$

\* العلاقة بين تركيز أيون الهيدروجن ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) في محلول حمض ضعيف (الهيدرونيوم  $\text{H}_3\text{O}^+$ ) بمعلومية درجة تأينه ( $\alpha$ ) وتركيزه ( $C_a$ )

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \alpha C_a$$

مثال

احسب تركيز أيون الهيدروكسيل في محلول تركيزه  $0.1 \text{ M}$  من هيدروكسيد الأمونيوم علماً بأن درجة تأينه  $1.27\%$

$$\alpha = \frac{1.27}{100} = 1.27 \times 10^{-2}$$

الحل

$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] &= \alpha C_b \\ &= 1.27 \times 10^{-2} \times 0.1 \\ &= 1.27 \times 10^{-3} \text{ M} \end{aligned}$$

مثال

احسب تركيز أيون الهيدرونيوم في محلول تركيزه  $0.1 \text{ M}$  من حمض الأسيتيك علماً بأن درجة تأينه  $1.34\%$

$$\alpha = \frac{1.34}{100} = 1.34 \times 10^{-2}$$

الحل

$$\begin{aligned} [\text{H}_3\text{O}^+] &= \alpha C_a \\ &= 1.34 \times 10^{-2} \times 0.1 \\ &= 1.34 \times 10^{-3} \text{ M} \end{aligned}$$

\* الحصول الأيوني للماء ( $K_w$ ) يساوى حاصل ضرب  $[\text{H}^+]$  ،  $[\text{OH}^-]$  الناتجين من تأين الماء، وهو يساوى  $1 \times 10^{-14} \text{ M}$  (at  $25^\circ \text{C}$ ).

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = [10^{-7}][10^{-7}] = 10^{-14}$$

\* الأس الهيدروكسيلي  $\text{pOH}$  هو اللوغاريتم السالب ( $-\log$ ) للأساس 10 لتركيز أيونات الهيدروكسيل ( $\text{OH}^-$ ) في المحلول.

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

ومنها :

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$$

\* الأس الهيدروجيني  $\text{pH}$  هو اللوغاريتم السالب ( $-\log$ ) للأساس 10 لتركيز أيونات الهيدروجن ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) في المحلول.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

العلاقة بين قيمة  $\text{pH}$  لمحلول و قيمة  $\text{pOH}$  له :

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$



**مثال** احسب قيمتي  $pH$  ،  $pOH$  لحلول تركيزه  $0.1 M$  من حمض الكربونيك  $H_2CO_3$  علماً بأن  $K_a = 4.4 \times 10^{-7}$

$$[H_3O^+] = \sqrt{C_a \times K_a}$$

$$= \sqrt{0.1 \times 4.4 \times 10^{-7}} = 2 \times 10^{-4} M$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log (2 \times 10^{-4}) = 3.7$$

$$\therefore pH + pOH = 14$$

$$\therefore pOH = 14 - 3.7 = 10.3$$

الحل

$$K_w = K_a \times K_b \text{ «at } 25^\circ C \text{»}$$

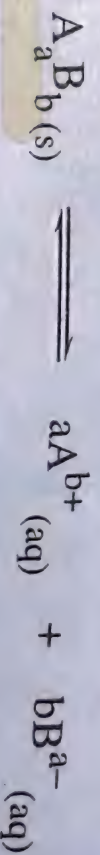
**مثال** احسب  $K_b$  للأيون  $H_2PO_4^-$  علماً بأن :



$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1 \times 10^{-14}}{6.2 \times 10^{-8}} = 1.6 \times 10^{-7}$$

الحل

\* حاصل الإذابة ( $K_{sp}$ ) لمركب أيوني شحيح الذوبان يساوي حاصل ضرب تركيز أيوناته بحدوثه بوحدة  $mol/L$  (كل منها مرفوع لأس يساوي عدد مولات أيوناته في معادلة التفاعل الموزونة).



إذا ورد في المعطيات :

• درجة إذابة الملح ( $x$ ) ،  
تستخدم العلاقة :

$$K_{sp} = [ax]^a [bx]^b$$

• تركيز الأيونات في المحلول المشبع ،  
تستخدم العلاقة :

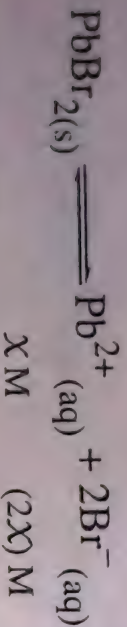
$$K_{sp} = [A^{b+}]^a [B^{a-}]^b$$



### مثال

احسب حاصل الإذابة  $K_{sp}$  (at 25°C) لمخبر بروميد الرصاص  $PbBr_2$  علماً بأن :  
درجة إذابته  $1.04 \times 10^{-2} M$

### الحل



$$K_{sp} = [x][2x]^2$$

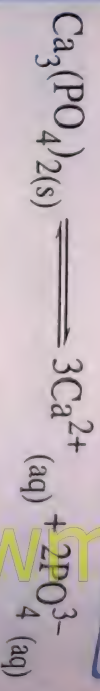
$$= (1.04 \times 10^{-2}) \times (2 \times 1.04 \times 10^{-2})^2$$

$$= 4.5 \times 10^{-6}$$

### مثال

احسب حاصل الإذابة  $K_{sp}$  (at 25°C) لمخبر فوسفات الكالسيوم  $Ca_3(PO_4)_2$  علماً بأن :  
تركيز أيون الكالسيوم  $2 \times 10^{-8} M$   
تركيز أيون الفوسفات  $1 \times 10^{-3} M$

### الحل



$$\therefore K_{sp} = [Ca^{2+}]^3 [PO_4^{3-}]^2$$

$$= (2 \times 10^{-8})^3 \times (1 \times 10^{-3})^2$$

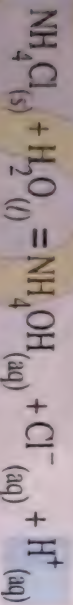
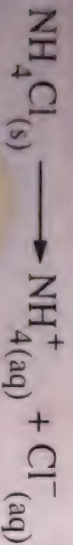
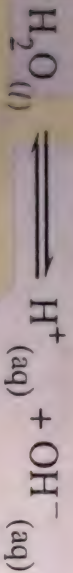
$$= 8 \times 10^{-30}$$

## تطبيقات على التحلل المائي للأملاح (التمرين)

٣

### \* تقيؤ ملح كلوريد الأمونيوم

«مشتق من حمض قوى مع قاعدة ضعيفة»

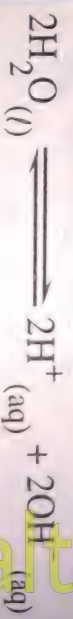


\* محلول ملح كلوريد الأمونيوم في الماء  
حامضي التأثير لتراكم أيونات  $H^{+}$   
الحامضية في المحلول.

$$* (pH < 7)$$

### \* تقيؤ ملح كربونات الصوديوم

«مشتق من حمض ضعيف مع قاعدة قوية»



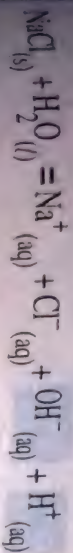
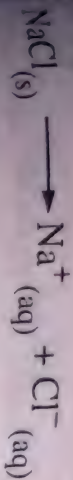
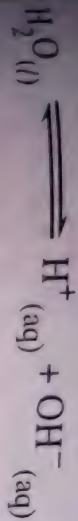
\* محلول ملح كربونات الصوديوم في الماء  
قلوي التأثير لتراكم أيونات  $OH^{-}$  القاعدية  
في المحلول.

$$* (pH > 7)$$



## \* تميؤ ملح كلوريد الصوديوم

«مشتق من حمض قوى مع قاعدة قوية»



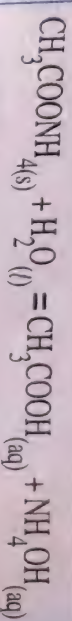
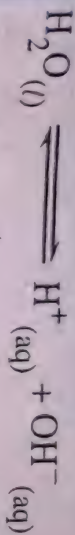
\* محلول ملح كلوريد الصوديوم في الماء متعادل

التأثير، لأن تركيز أيونات  $\text{H}^+$  الحامضية المرتفع يكافئ تركيز أيونات  $\text{OH}^-$  القاعدية.

\* ( pH = 7 ) \*

## \* تميؤ ملح أسيتات الأمونيوم

«مشتق من حمض ضعيف مع قاعدة ضعيفة»



\* محلول ملح أسيتات الأمونيوم في الماء متعادل

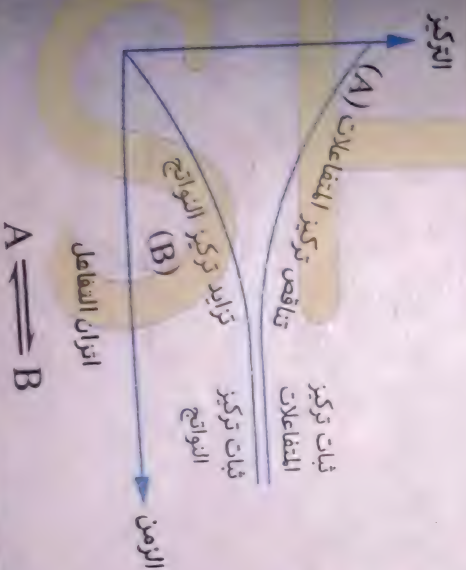
التأثير، لأن تركيز أيونات  $\text{H}^+$  الحامضية الضئيل يكافئ تركيز أيونات  $\text{OH}^-$  القاعدية.

\* ( pH = 7 ) \*

## مقارنات

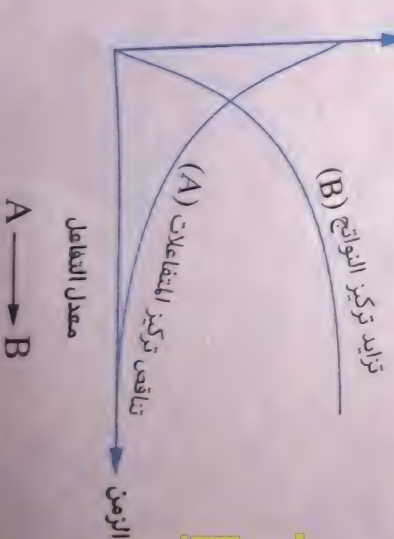
## التفاعلات الانعكاسية (غير التامة)

\* تفاعلات تسير في كل من الاتجاهين (الطردي و العكسي)، حيث تظل المواد المتفاعلة والمواد الناتجة موجودة باستمرار في حين التفاعل في نفس ظروف إجراء التفاعل.



## التفاعلات التامة

\* تفاعلات تسير في الاتجاه الطردي غالباً، حيث يصعب على المواد الناتجة التي تحتوي على غازات أو رواسب أن تتحد مع بعضها مرة أخرى لتكوين المواد المتفاعلة في نفس ظروف إجراء التفاعل.





التأين التام	التأين الضعيف
<p>٢</p> <p>* يتم فى الإلكتروليتات القوية.</p> <p>* تتحول فيه كل الجزيئات غير المتأينة إلى أيونات.</p> <p>* تنشط عملية التأين فى الاتجاه الطردى فقط.</p> <p><math display="block">\text{HCl}_{(aq)} \longrightarrow \text{H}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}</math></p>	<p>* يتم فى الإلكتروليتات الضعيفة.</p> <p>* يتحول فيه جزء ضئيل من الجزيئات غير المتأينة إلى أيونات.</p> <p>* تنشط عملية التأين فى الاتجاه الطردى وعملية ارتباط الأيونات فى الاتجاه العكسى.</p> <p><math display="block">\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)} + \text{H}^+_{(aq)}</math></p>

تفاعلات التعادل	عملية التميؤ
<p>٣</p> <p>* تفاعل حمض وقاعدة مكوناً ملح وماء.</p> <p><math display="block">\text{HCl}_{(aq)} + \text{NaOH}_{(aq)} \longrightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}</math></p>	<p>* عملية ذوبان الملح فى الماء مكوناً الحمض والقلوى المشتق منهما الملح.</p> <p><math display="block">\text{NaCl}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \longrightarrow \text{Na}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)} + \text{H}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}</math></p>

## ٥ نبذات مختصرة

### ١ العوامل المؤثرة فى معدل (سرعة) التفاعل الكيميائى

- ① طبيعة المواد المتفاعلة.
- ② تركيز المواد المتفاعلة.
- ③ درجة حرارة التفاعل.
- ④ الضغط (فى تفاعلات الأنظمة الغازية).
- ⑤ العوامل الحفازة.
- ⑥ الضوء.

- \* معدل تفاعلات المركبات الأيونية أسرع من معدل تفاعلات المركبات التساهمية، لأن التفاعلات الأيونية تتم بين أيونات، بينما التفاعلات التساهمية تتم بين جزيئات.
- \* كلما ازدادت مساحة سطح المادة المعرضة للتفاعل، ازداد معدل التفاعل الكيميائى.
- \* كلما ازداد تركيز المواد المتفاعلة يزداد معدل التفاعل الكيميائى لزيادة عدد الجزيئات المتفاعلة وبالتالي عدد التصادمات المحتملة بينها.
- \* طاقة التنشيط هى الحد الأدنى من الطاقة الحركية التى يجب أن يمتلكها الجزيء لى يتفاعل عند الاصطدام.



\* رفع درجة الحرارة يؤدي إلى :

- زيادة طاقة حركة الجزيئات، وبالتالي زيادة نسبة الجزيئات المنشطة.
- زيادة معدل التصادمات بين الجزيئات المنشطة، وبالتالي زيادة سرعة التفاعل الكيميائي.

## ٢ العوامل المؤثرة في التوازن الكيميائي

- ① تركيز المواد المتفاعلة. ② الضغط الخارجي. ③ درجة حرارة التفاعل.

\* لا يؤثر العامل الحفاز على اتزان التفاعلات الانعكاسية، لأن التغير الذي يحدثه في معدل التفاعل الطردي يساوي التغير في معدل التفاعل العكسي.

## ٣ القيمة العددية لثابت اتزان التفاعل الواحد عند نفس درجة الحرارة

\* القيمة العددية لثابت الاتزان :

$K_p$

$K_c$

لا تتغير بتغير

الضغط الجزئية للمواد المتفاعلة والناجمة

تركيز المواد المتفاعلة والناجمة

عند نفس درجة الحرارة

٤ لا يطبق قانون فعل الكتلة على محاليل الإلكتروليتات القوية، لأن محاليل الإلكتروليتات القوية تامة التأيّن، لذا فهي لا تحتوي على جزيئات غير مفككة.

٥ الماء النقي متعادل التأثير (at 25°C)،

لأن  $[H^+] = [OH^-]$  المسؤل عن الحمضية = المسؤل عن القاعدية  $M = 1 \times 10^{-7}$

٦ العلاقة بين نوع المحلول و قيمتي  $pH$  ،  $pOH$  له

المحلول	الحمضي	المتعادل	القلوي
قيمة $pH$	أقل من 7	تساوي 7	أكبر من 7
قيمة $pOH$	أكبر من 7	تساوي 7	أقل من 7

\* تأثير نوع المحلول على الأداة الكيميائية : ارجع إلى صفحة (٣٠).





# الكيمياء الكهربائية

## نبذات مختصرة

### الرمز الاصطلاحي للخلية الجلفانية

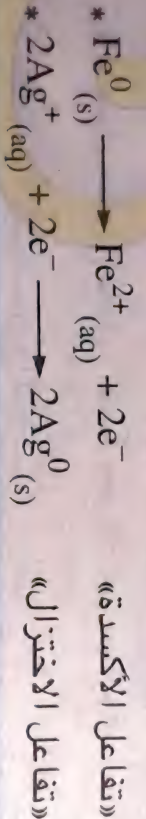
\* أسلوب مختصر للتعبير عن مكونات نصفى الخلية الجلفانية والتفاعلات الحادثة فيها، ويتم التعبير عنها كما يلي :

- الطرف الأيسر : يمثل نصف خلية الأنود، ويكتب فيه تفاعل الأكسدة الحادث، ويتم الفصل بين حالتي التأكسد (قطب العنصر وأيوناته في المحلول الإلكتروليتي) بخط مائل.
- الطرف الأيمن : يمثل نصف خلية الكاثود، ويكتب فيه تفاعل الاختزال الحادث، ويتم الفصل بين حالتي التأكسد (أيونات العنصر في المحلول الإلكتروليتي وقطبه) بخط مائل.
- ويتم الفصل بين الطرفين بـ :

خطين متوازيين مائلين // في حالة استخدام القطرة الملحية  
(أو) خط رأسي متقطع | في حالة استخدام الحاجز المسامي.

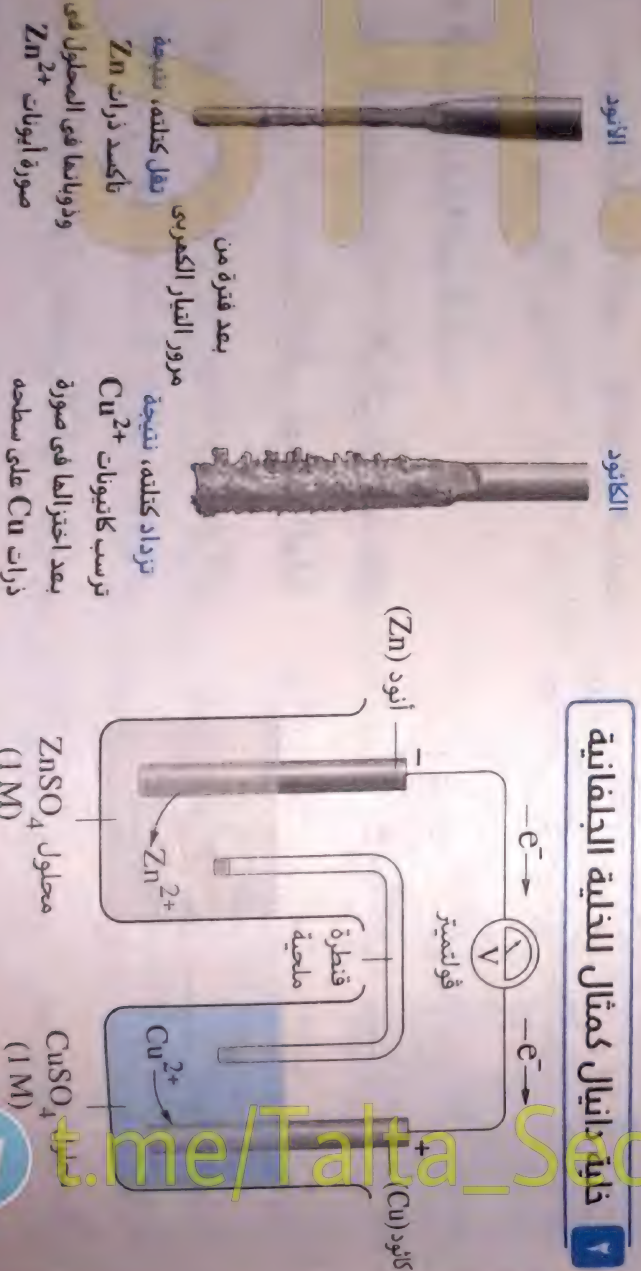
الحاجز المسامي في الخلية الجلفانية يقوم بدور القطرة الملحية.

مثال الخلية الجلفانية التي يحدث فيها التفاعلين التاليين :



Fe<sup>0</sup> / Fe<sup>2+</sup> // 2Ag<sup>+</sup> / 2Ag<sup>0</sup> : يُعبر عنها بالرمز الاصطلاحي التالي :

### خلية دانيال كمثال للخلية الجلفانية





\* تفاعل الانود (تفاعل أكسدة) : 
$$\text{Zn}^0_{(s)} \xrightarrow{\text{Oxidation}} \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

\* تفاعل الكاثود (تفاعل اختزال) : 
$$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \xrightarrow{\text{Reduction}} \text{Cu}^0_{(s)}$$

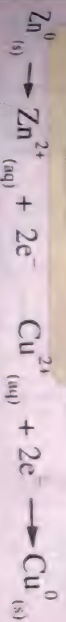
\* التفاعل الكلي : 
$$\text{Zn}^0_{(s)} + \text{Cu}^{2+}_{(aq)} \longrightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + \text{Cu}^0_{(s)}$$

\* الرمز الاصطلاحي : 
$$\text{Zn}^0 / \text{Zn}^{2+} // \text{Cu}^{2+} / \text{Cu}^0$$

\* القوة الدافعة الكهربائية :

القنطرة الملحية في الخلية الجلفانية

قواتمیر



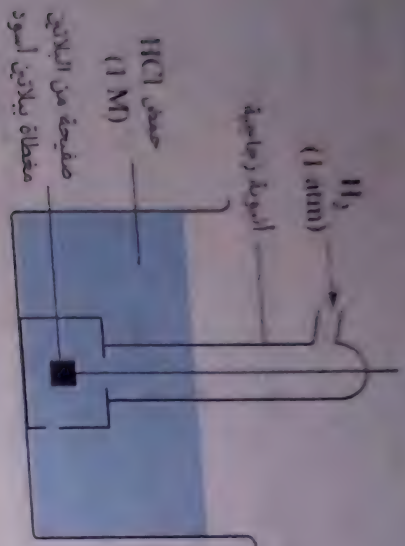
وهو ما يمنع تراكمها.

❖ النتيجة المترتبة على غيابها:

يتوقف مرور التيار الكهربى فى السلك الخارجى الموصل بين قطبى نصفى الخلية لتوقف تفاعل (الأكسدة - الاختزال) التلقائى الحادث نتيجة تراكم الأيونات الزائدة فى محلولى نصفى الخلية.

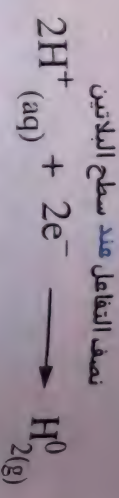
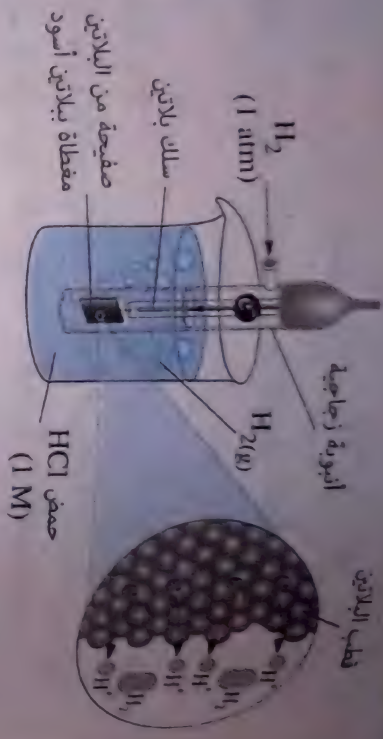


## قطب الهيدروجين القياسي (SHE)



شكل خططي

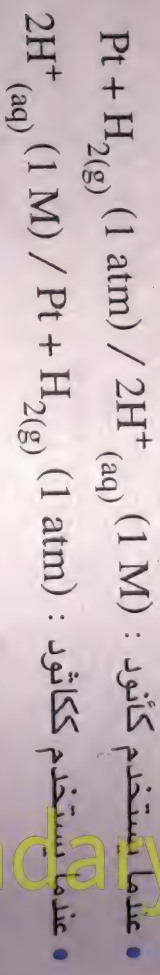
لقطب الهيدروجين القياسي



تركيبه:

يتكون من صفيحة من البلاتين مساحة سطحها  $1 \text{ cm}^2$  مغطاة بطبقة إسفنجية من البلاتين الأسود الجزأ، مغمورة جزئياً في محلول يكون تركيز أيونات الهيدروجين فيه  $(1 \text{ M})$  ( $25^\circ\text{C}$ ) ، ويمر عليها تيار من غاز الهيدروجين تحت ضغط ثابت مقداره  $1 \text{ atm}$

الرمز الاصطلاحي لنصف خلية الهيدروجين القياسية:



أهميته:

يستخدم في تعيين الجهود المجهولة لأقطاب العناصر الأخرى بمعلومية جهده.

❖ جهد قطب الهيدروجين القياسي:

جهد أيان الأكسدة أو الاختزال لقطب الهيدروجين في الظروف القياسية يساوي zero

❖ متى يتغير جهد قطب الهيدروجين عن zero ؟

- يتغير جهد قطب الهيدروجين عن zero عند تغير درجة الحرارة عن  $25^\circ\text{C}$  وبالتالي يتغير تركيز أيونات الهيدروجين  $[\text{H}^+]$  في المحلول عن  $1 \text{ M}$
- الضغط الجزئي لغاز الهيدروجين  $(\text{P}_{\text{H}_2})$  عن  $1 \text{ atm}$





## ٥ سلسلة الجهود الكهربائية للعناصر

\* ترتب العناصر في سلسلة الجهود الكهربائية :

- تنازلياً بالنسبة لجهود الاختزال السالبة وتصاعدياً بالنسبة لجهود الاختزال الموجبة، بحيث تكون أكبر القيم السالبة في أعلى السلسلة وأكبر القيم الموجبة في أسفلها.

(أو)

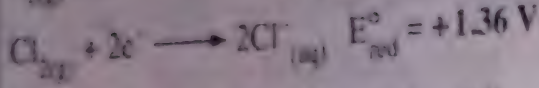
- تنازلياً بالنسبة لجهود الأكسدة الموجبة وتصاعدياً بالنسبة لجهود الأكسدة السالبة، بحيث تكون أكبر القيم الموجبة في أعلى السلسلة وأكبر القيم السالبة في أسفلها.
- ويوضح الجدول الآتي الحقائق المستخلصة من دراسة جهود الأكسدة و الاختزال لعناصر هذه السلسلة :

التطبيق	الحقيقة
$\text{Na}^0_{(s)} \xrightarrow{\text{Oxidation}} \text{Na}^+_{(aq)} + e^-$ $\text{Fe}^{2+} \xrightarrow{\text{Oxidation}} \text{Fe}^{3+} + e^-$	<p>(١) الأكسدة هي عملية فقد إلكترونات يتبعها زيادة في عدد تأكسد العنصر.</p>
$\text{Cl}^0_{2(g)} + 2e^- \xrightarrow{\text{Reduction}} 2\text{Cl}^-_{(aq)}$ $\text{Cr}^{3+}_{(aq)} + 3e^- \xrightarrow{\text{Reduction}} \text{Cr}^0_{(s)}$	<p>(٢) الاختزال هي عملية اكتساب إلكترونات يتبعها نقص في عدد تأكسد العنصر.</p>
$\text{Zn}^0_{(s)} \longrightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \quad E^{\circ}_{\text{oxid}} = +0.76 \text{ V}$ $\text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow \text{Zn}^0_{(s)} \quad E^{\circ}_{\text{red}} = -0.76 \text{ V}$	<p>(٣) جهد الأكسدة القياسي <math>E^{\circ}_{\text{oxid}}</math> للعنصر يساوي جهد الاختزال القياسي <math>E^{\circ}_{\text{red}}</math> بإشارة مخالفة.</p>
$\text{Li}^0_{(s)} \longrightarrow \text{Li}^+_{(aq)} + e^- \quad E^{\circ}_{\text{oxid}} = +3.04 \text{ V}$ $\text{Na}^0_{(s)} \longrightarrow \text{Na}^+_{(aq)} + e^- \quad E^{\circ}_{\text{oxid}} = +2.71 \text{ V}$ <p>الليثيوم عامل مختزل أقوى من الصوديوم لأن جهد أكسده أكبر</p>	<p>(٤) عناصر مقدمة السلسلة :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* قيم جهود اختزالها سالبة.</li> <li>* قيم جهود أكسدها موجبة.</li> <li>* يسهل تأكسدها، لأنها تفقد إلكترونات تكافؤها بسهولة عندما تدخل في تفاعل مع أيونات أي عنصر يحتل مكانة أدنى في السلسلة.</li> <li>* تعتبر عوامل مختزلة قوية.</li> <li>* قوة العامل المختزل تزداد بزيادة جهد أكسده.</li> </ul>



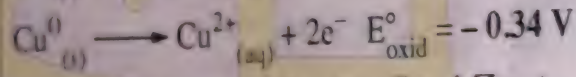
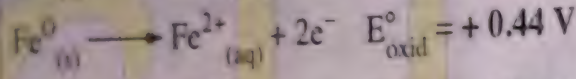
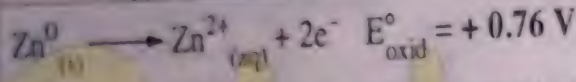
t.me/Talta\_Secondary\_Alwam





الفلور عامل مؤكسد أقوى من الكلور

لأن جهد اختزاله أكبر



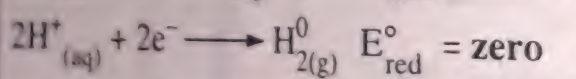
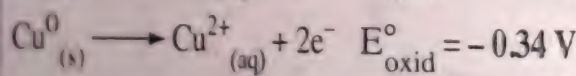
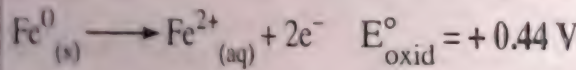
يحل Zn أو Fe محل Cu في محاليل أملاحه ولا يحدث العكس.



«بدلالة جهود الأكسدة الموضحة في الخانة السابقة»

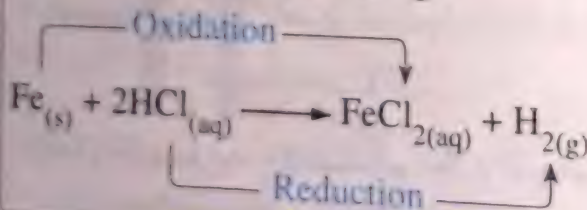
قدرة Zn على الإحلال محل Cu

في محاليل أملاحه تفوق قدرة Fe



يحل Fe محل أيونات  $H^+$  في حمض الهيدروكلوريك.

في حين لا يحل Cu محله



(٥) عناصر مؤخرة السلسلة:

• قيم جهود اختزالها موجبة.

• قيم جهود أكسديتها سالبة.

• يسهل اختزالها، لأنها ذات قدرة أكبر على اكتساب الإلكترونات عندما تدخل في تفاعل مع أي عنصر يحتل مكانة أعلى في السلسلة.

• تعتبر عوامل مؤكسدة قوية.

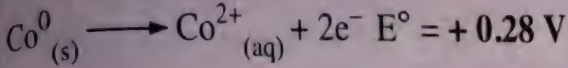
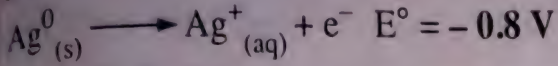
• قوة العامل المؤكسد تزداد بزيادة جهد اختزاله.

(٦) عناصر مقدمة السلسلة تحل محل العناصر التي تليها - في سلسلة الجهود الكهربية - في محاليل أملاحها.

(٧) كلما زاد البُعد في الترتيب بين العنصرين اللذين سيتم بينهما الإحلال، كلما زادت قدرة العنصر المتقدم على طرد العنصر المتأخر من محاليل أملاحه.

(٨) العناصر التي تسبق الهيدروجين في السلسلة (جهود أكسديتها بإشارة موجبة وجهود اختزالها بإشارة سالبة) يمكنها الإحلال محل أيونات  $H^+$  في محاليل الأحماض، ليتصاعد غاز الهيدروجين.

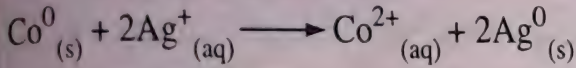




∴ جهد أكسدة Co < جهد أكسدة Ag

∴ تعمل : • نصف خلية الكوبلت كأنود.

• نصف خلية الفضة ككاثود.



(٩) في الخلايا الجلفانية، تتم عملية الأكسدة

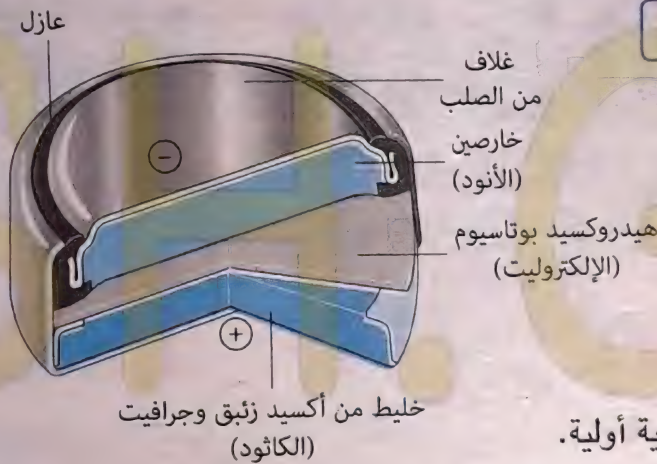
في نصف الخلية ذات جهد الأكسدة الأكبر

(جهد الاختزال الأصغر) لتعمل كنصف خلية الأنود،

بينما تتم عملية الاختزال في نصف الخلية

ذات جهد الاختزال الأكبر (جهد الأكسدة

الأصغر) لتعمل كنصف خلية الكاثود.



### ٦ خلية الزئبق

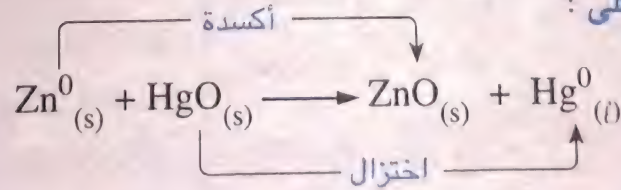
\* النوع : خلية جلفانية أولية.

\* الأنود : الخارصين Zn

\* الكاثود : أكسيد الزئبق HgO والجرافيت.

\* الإلكتروليت : هيدروكسيد البوتاسيوم KOH

\* التفاعل الكلي :



\* القوة الدافعة الكهربائية (emf) : 1.35 V

\* الاستخدام : نظراً لصغر حجمها، فإنها شائعة الاستخدام في :

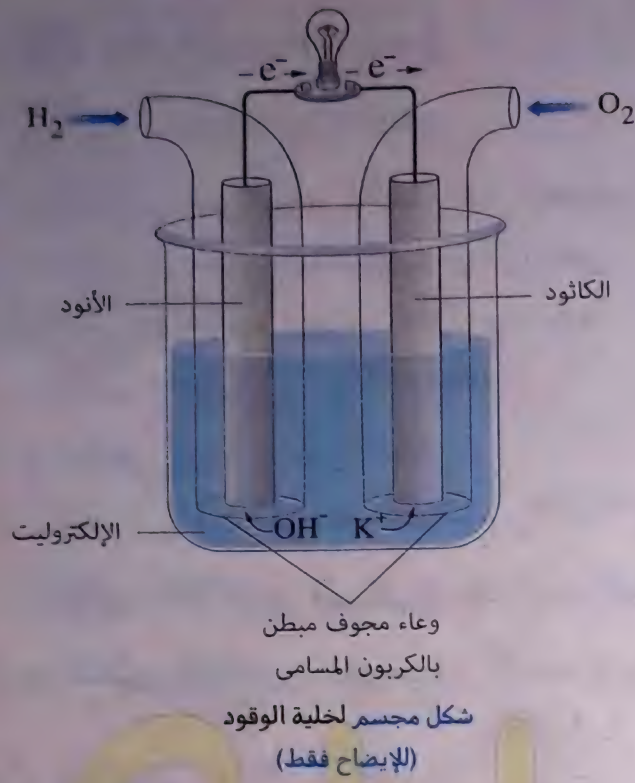
• سماعات الأذن. • الساعات. • كاميرات التصوير.

\* احتياطات ما بعد الاستخدام : يلزم التخلص من خلية الزئبق بطريقة آمنة بعد استخدامها وذلك لاحتوائها على مادة الزئبق السامة.



t.me/Talta\_Secondary\_Alwm





شكل مجسم لخلية الوقود  
(الإيضاح فقط)

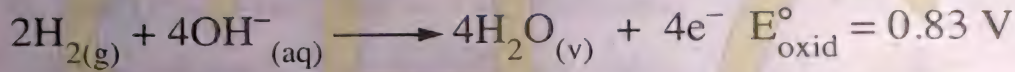
\* النوع : خلية جلفانية أولية.

\* التركيب : تتركب من قطبين، كل منهما على هيئة وعاء مجوف مبطن بطبقة من الكربون المسامي، للسماح بالاتصال بين ما بداخل الوعاء والإلكتروليت.

\* الوقود : غازي  $H_2$  ،  $O_2$  من مصدر خارجي.

\* الإلكتروليت : محلول مائي ساخن من

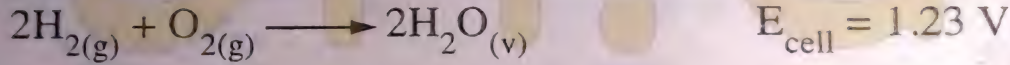
هيدروكسيد البوتاسيوم KOH



\* تفاعل الأنود :



\* تفاعل الكاثود :



\* التفاعل الكلي :

$$emf_{cell} = 0.83 + 0.4 = 1.23 \text{ V}$$

\* القوة الدافعة الكهربائية (emf) :

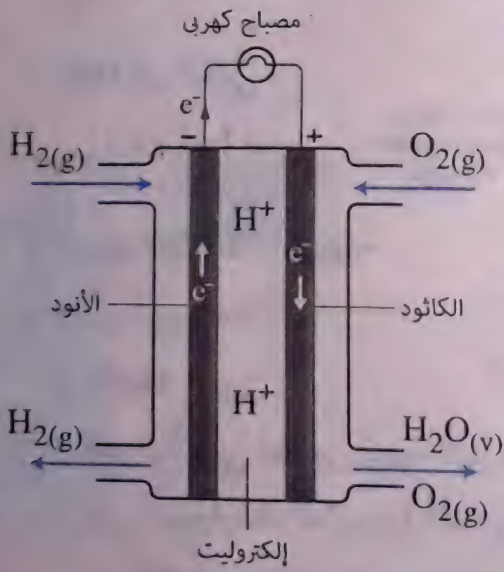
\* المميزات :

• لا تستهلك مكوناتها - كباقي الخلايا الجلفانية - لأنها تزود بالوقود من مصدر خارجي.

• يمكن إعادة تكثيف الماء الناتج عنها، لاستخدامه كماء للشرب وخاصةً بالنسبة لرواد الفضاء.

\* العيوب :

لا تخزن الطاقة التي تنتجها، لأن عملها يتطلب الإمداد المستمر بالوقود والإزالة المستمرة للناتج.



شكل تخطيطي لخلية الوقود



## بطارية أيون الليثيوم

\* النوع : خلية جلفانية ثانوية.

\* التركيب : تتركب من غلاف معدني يحيط برقائق ملفوفة بشكل حلزوني، وهي الأنود والكاثود وبينهما عازل وجميعها تكون مغمورة في الإلكتروليت.

\* الإلكتروليت : محلول لامائي من

سداسي فلوروفوسفيد الليثيوم  $\text{LiPF}_6$ \* الأنود (الإلكترود السالب) : جرافيت الليثيوم  $\text{LiC}_6$ 

\* الكاثود (الإلكترود الموجب) : أكسيد الليثيوم كوبلت

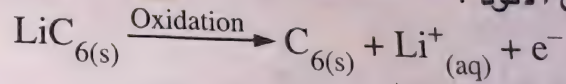
 $\text{LiCoO}_2$ 

\* العازل : شريحة رقيقة جداً من البلاستيك،

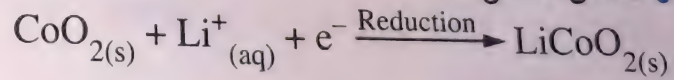
تعمل على عزل الأنود عن الكاثود، وتسمح في نفس الوقت بمرور الأيونات من خلالها.

\* تفاعلات التفريغ : عند تشغيل البطارية تحدث التفاعلات التالية :

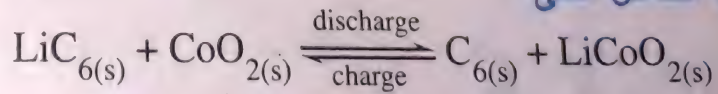
• تفاعل الأنود :



• تفاعل الكاثود :



\* التفاعل الكلي :



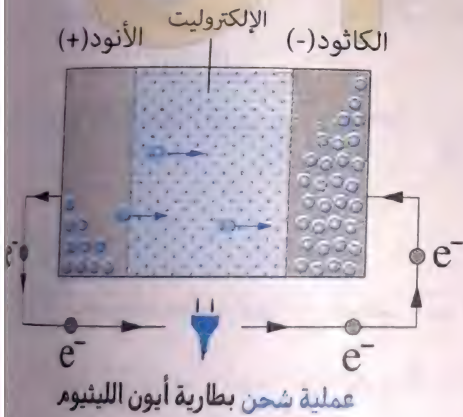
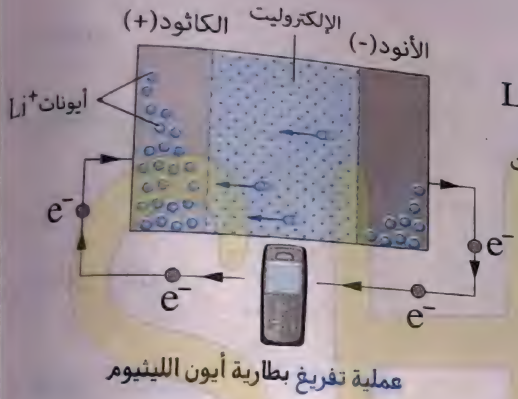
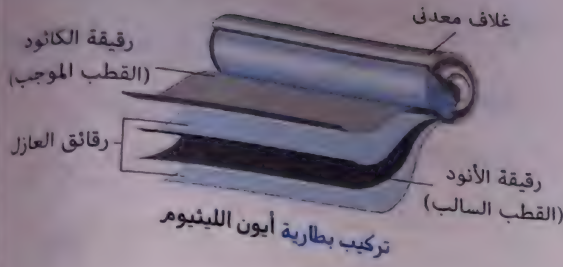
$$E_{\text{cell}} = 3 \text{ V}$$

\* القوة الدافعة الكهربائية :

\* المميزات :

• خفيفة الوزن.

- قدرتها على تخزين كمية كبيرة من الطاقة مقارنةً بحجمها، لذا تستخدم كبديل لمركم الرصاص في السيارات الكهربائية الحديثة، بالإضافة إلى استخدامها كبطاريات في أجهزة :  
- التليفون المحمول.  
- الكمبيوتر المحمول.







لوح شبكي من  
الرصاص مملوء  
بـ  $PbO_2$   
(كاثود)  
حمض  $H_2SO_4$  مخفف  
(الكتروليت)  
لوح شبكي من الرصاص  
مملوء بـ  $Pb$  إسفنجي  
(أنود)

مركم الرصاص

## ٩ بطارية الرصاص الحامضية (مركم الرصاص)

\* النوع : خلية جلفانية ثانوية.

\* الإلكتروليت : حمض الكبريتيك المخفف  $H_2SO_4$

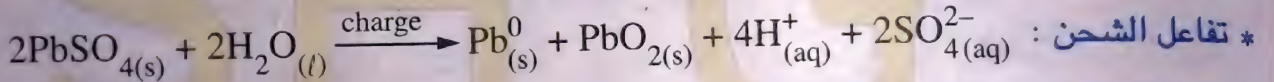
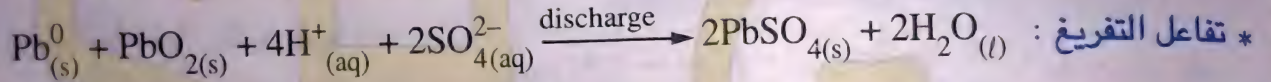
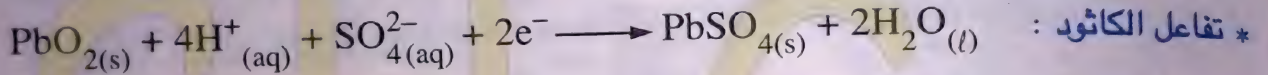
\* الأنود : شبكة من الرصاص مملوءة

برصاص إسفنجي  $Pb$

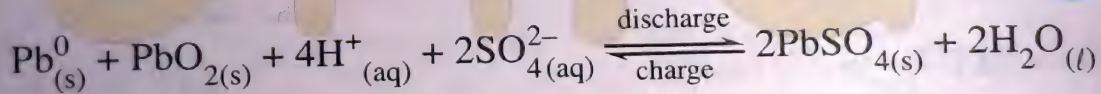
\* تفاعل الأنود :



\* الكاثود : شبكة من الرصاص مملوءة بعجينة من ثاني أكسيد الرصاص  $PbO_2$



\* التفاعل الكلي :



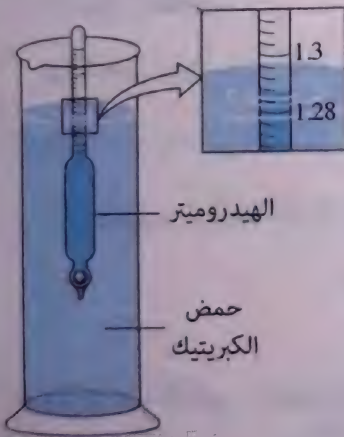
$$E_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{oxid}} + E^{\circ}_{\text{red}} = 0.36 + 1.69 = 2 \text{ V}$$

\* جهد الخلية الواحدة :

$$\text{emf}_{\text{Battery}} = 2 \times 6 = 12 \text{ V}$$

\* القوة الدافعة الكهربائية للبطارية :

## ١٠ الهيدروميتر



الهيدروميتر  
حمض  
الكبريتيك

\* الاستخدام : قياس كثافة السوائل

(مثل حمض الكبريتيك الموجود في مركم الرصاص).

عندما تكون كثافة حمض الكبريتيك في مركم الرصاص :

• من  $1.3 \text{ g/mL}$  :  $1.28 \text{ g/mL}$  فهذا معناه أن البطارية كاملة الشحن.

• أقل من  $1.2 \text{ g/mL}$  فهذا معناه أن البطارية

في حاجة إلى إعادة الشحن، لزيادة تركيز الحمض.



[t.me/Talta\\_Secondary\\_Alwm](https://t.me/Talta_Secondary_Alwm)

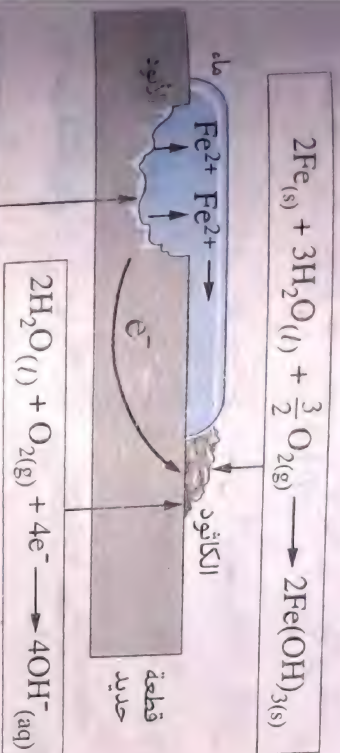


## ١١ تآكل المعادن

## الفكرة العامة

يرجع تآكل معظم المعادن الصناعية - كالحديد الصلب - إلى اختلاطها بالشوائب حيث تؤدي الملامسة بين فلزين مختلفين إلى تآكل الفلز الأنشط، لتكوين خلية جلفانية موضعية، يكون فيها:

- الأنود هو الفلز الأكثر نشاطاً (الفلز الذي سيتآكل).
- الكاثود هو الفلز الأقل نشاطاً أو الكربون الموجود في صورة شوائب.



عند حدوث كسر أو تشقق في قطعة حديد، فإنها تكون خلية جلفانية، يكون فيها:

\* الإلكتروليت : الماء المذاب فيه بعض الأملاح (الأيونات).

\* الأنود : قطعة الحديد.

\* تفاعل الأنود :

وتنتقل : أيونات  $\text{Fe}^{2+}$  إلى الإلكتروليت، لتصبح جزء منه.

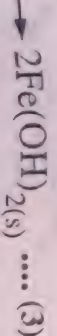
• الإلكتروليت إلى الكاثود خلال قطعة الحديد.

(أي أن قطعة الحديد تقوم بدور كل من الأنود والناشرة الخارجية).

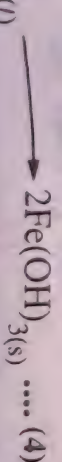
الكاثود : شوائب الكربون الموجودة في الحديد.

\* تفاعل الكاثود :

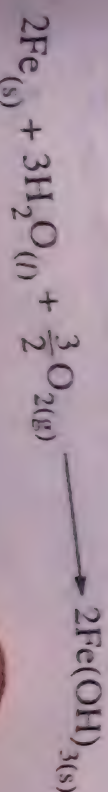
• تتحد أيونات  $\text{Fe}^{2+}$  من المعادلة (1) مع أيونات  $\text{OH}^{-}$  من المعادلة (2) :



• يتأكسد  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  بفعل الأكسجين الذائب في الماء.



التفاعل الكلي : بجمع المعادلات الأربعة السابقة :



ميكانيكية تآكل الحديد الصلب



وتنتقل : أيونات  $\text{Fe}^{2+}$  إلى الإلكتروليت، لتصبح جزء منه.

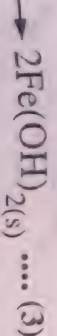
• الإلكتروليت إلى الكاثود خلال قطعة الحديد.

(أي أن قطعة الحديد تقوم بدور كل من الأنود والناشرة الخارجية).

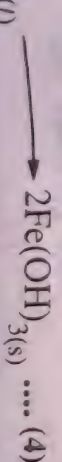
الكاثود : شوائب الكربون الموجودة في الحديد.

\* تفاعل الكاثود :

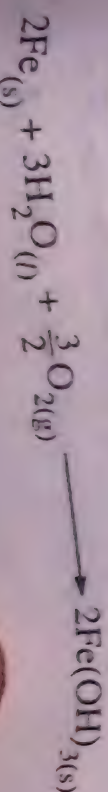
• تتحد أيونات  $\text{Fe}^{2+}$  من المعادلة (1) مع أيونات  $\text{OH}^{-}$  من المعادلة (2) :



• يتأكسد  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  بفعل الأكسجين الذائب في الماء.



التفاعل الكلي : بجمع المعادلات الأربعة السابقة :





## ❖ طرق وقاية الحديد من التآكل:

تتم حماية الحديد من التآكل بعزله عن الوسط المحيط، ويتم ذلك بإحدى طريقتين، هما :

① الطلاء بعبادة عضوية مثل الزيت أو الورنيش أو السلاقون.

② التغطية بفلز مقاوم للتآكل ويتم ذلك بإحدى صورتين، هما :

- الفطاء الكاثودي.

- الفطاء الأنودي.

## الفطاء الكاثودي

\* تتم في عملية الحماية الكاثودية تغطية الفلز المراد حمايته من الصدأ، بفلز آخر أقل منه نشاطًا، كطلاء الحديد المستخدم في صناعة معلبات المأكولات المحفوظة بالقصدير.

## عبء الفطاء الكاثودي :

عند حدوث خدش في طبقة الفطاء الكاثودي (طبقة القصدير التي تغطي الحديد)،

يصلا الحديد بشكل أسرع من صدأ الحديد غير المطلي لتكون خلية جلفانية،

يكون فيها :

- الأنود هو الحديد (الفلز الأكثر نشاطًا).

- الكاثود هو القصدير (الفلز الأقل نشاطًا).

## الفطاء الأنودي

\* تتم في عملية الحماية الأنودية تغطية الفلز المراد حمايته، بفلز آخر أكثر منه نشاطًا

كطلاء الحديد بالخارصين.

## ميزت الفطاء الأنودي :

عند حدوث خدش في طبقة الفطاء الأنودي، فإن الحديد لا يبدأ في التآكل إلا بعد تآكل طبقة الفطاء الأنودي (الخارصين) بالكامل، وهو ما يستغرق زمنًا طويلًا جدًا، وذلك لتكون خلية جلفانية،

يكون فيها :

- الكاثود هو الحديد (الفلز الأقل نشاطًا).

- الأنود هو الخارصين (الفلز الأكثر نشاطًا) ويسمى بالقطب المضحى.

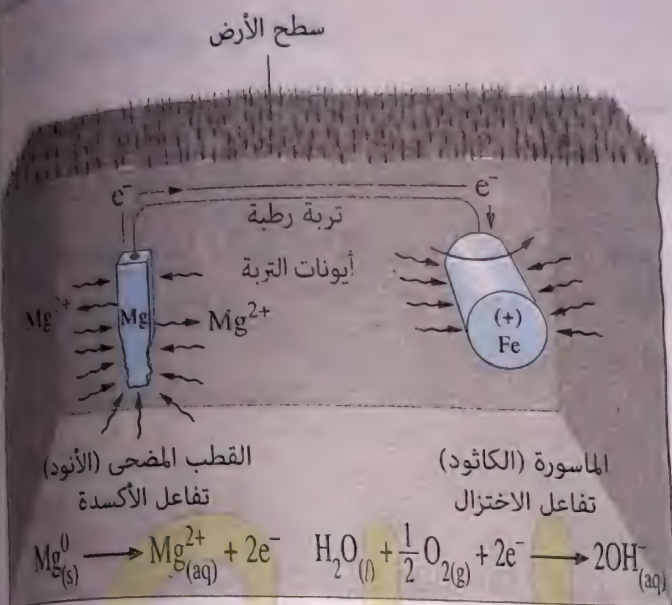




## القطب المضحي

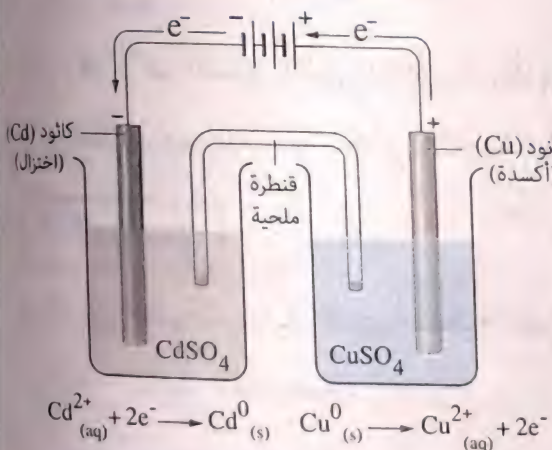
\* مواسير الحديد المدفونة في التربة الرطبة وهياكل السفن دائماً الاتصال بالماء المالح، تكون أكثر عرضة للتآكل.

\* ولحمايتها من التآكل يتم توصيل المواسير (أو هياكل السفن) بفلز آخر أكثر نشاطاً كالماغنسيوم فتعمل المواسير (أو هياكل السفن) ككاثود والماغنسيوم كأنود. وهو ما يؤدي إلى تآكل الماغنسيوم بدلاً من الحديد، لذا يطلق عليه مصطلح القطب المضحي.



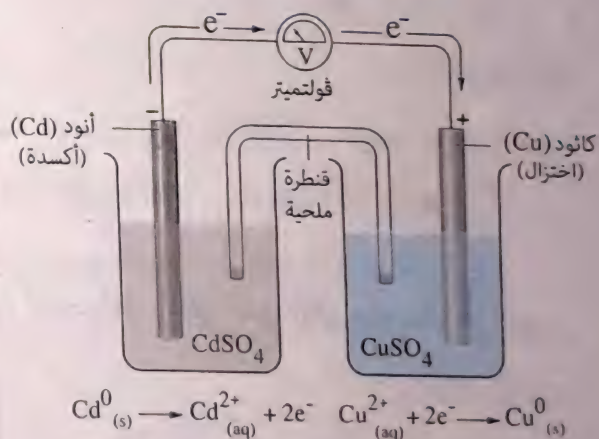
توصيل مواسير حديد مدفونة في التربة الرطبة  
بقطب مضحي من الماغنسيوم  
(المعادلات للإيضاح فقط)

## الخلية التحليلية



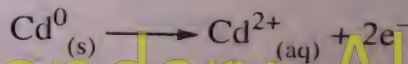
تفاعل (أكسدة - اختزال) غير تلقائي،  
يمكن إحداثه باستخدام مصدر خارجي  
للتيار الكهربائي

## الخلية الجلفانية



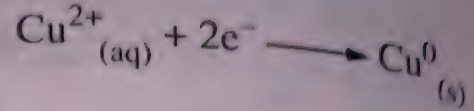
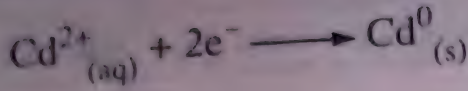
تفاعل (أكسدة - اختزال) تلقائي،  
يمكن الحصول منه على  
طاقة كهربائية

## تفاعل الأكسدة

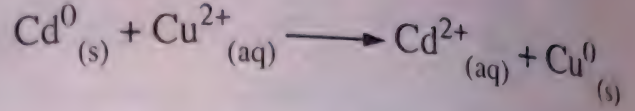




### تفاعل الاختزال



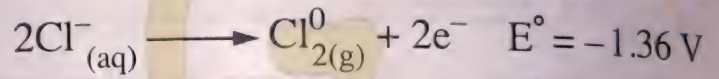
### التفاعل الكلي



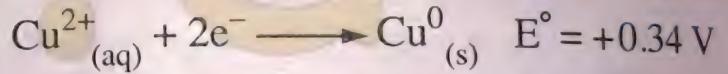
\* عند توصيل قطبي خلية جلفانية بمصدر للتيار الكهربى المستمر، جهده أكبر قليلاً من الجهد الناتج عن الخلية الجلفانية، يحدث تفاعل عكس التفاعل التلقائى حيث يتحول تفاعل الأكسدة إلى اختزال وتفاعل الاختزال إلى أكسدة.

### ١٤ خلية التحليل الكهربى لمحلول كلوريد النحاس (II) $\text{CuCl}_2$

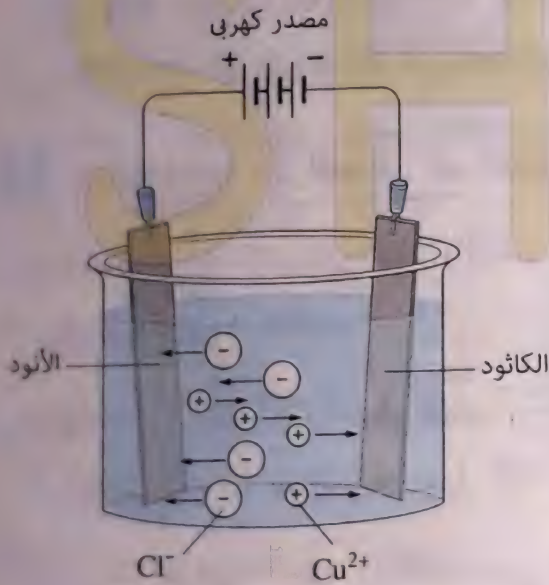
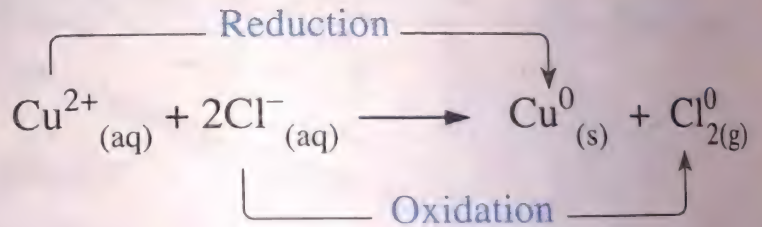
\* تفاعل الأنود :



\* تفاعل الكاثود :



\* معادلة التفاعل الكلى :



\* جهد الخلية : مجموع جهدى الأكسدة والاختزال لنصفى الخلية

$$\text{emf} = -1.36 + 0.34 = -1.02 \text{ V}$$

«الإشارة السالبة لجهد الخلية تعنى أن التفاعل لا يتم تلقائياً ولكنه يتم باستخدام طاقة كهربية من مصدر خارجى».

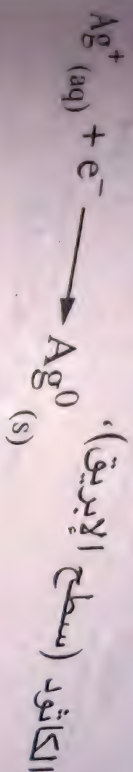
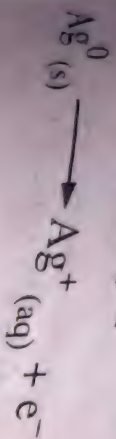
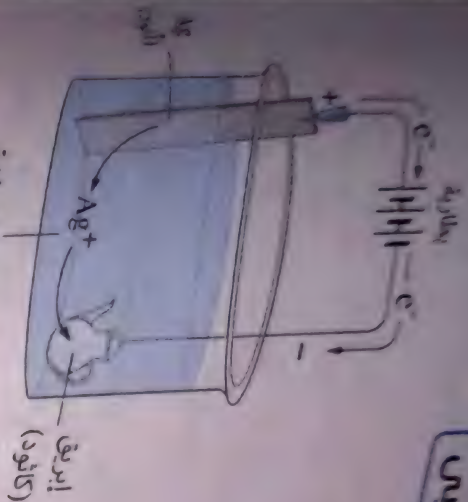


[t.me/Talta\\_Secondary\\_Alwm](https://t.me/Talta_Secondary_Alwm)



## تجارب علمية

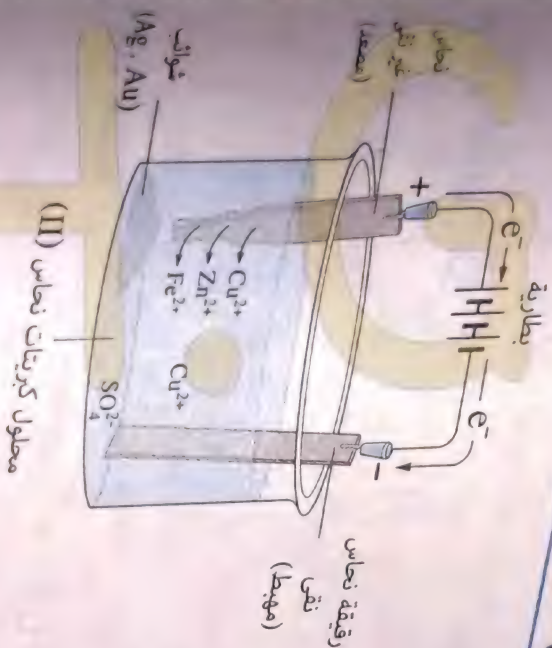
عملية طلاء، إبريق بطبقة من الفضة بالتحليل الكهربى



(٢) يفسر كلاً من الأنود والكاثود في محلول نترات الفضة.

- وعند مرور التيار الكهربى تحدث:
- عملية أكسدة لذرات فضة عند الكاثود (سطح الإبريق).
- عملية اختزال لأيونات الفضة على سطحه.
- فترسب ذرات الفضة على سطحه.

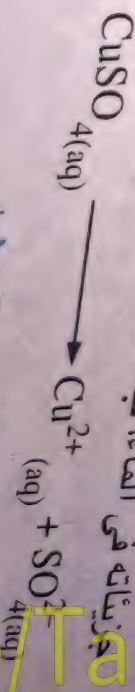
عملية تنقية فلز النحاس غير النقى بالقطب الموجب



يوصل فلز النحاس غير النقى بالقطب الموجب

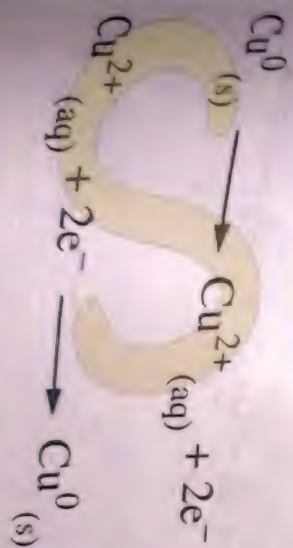
للبطارية ليعمل كاثود.

بالقطب السالب للبطارية ليعمل ككاثود. (٢) يوصل سلك أو رقائق النحاس النقى



عند مرور التيار الكهربى تحدث:

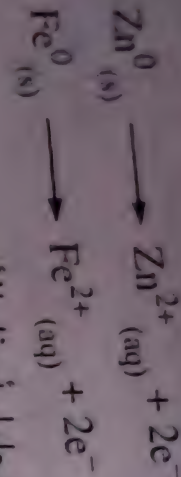
عملية أكسدة لذرات النحاس عند الأنود. عملية اختزال عند الكاثود لترسب ذرات النحاس النقية عليه.





الوجود في مادة الأنود، فإن :

- أما الشوائب الموجودة في الحديد ويتأكسد ويذوب في المحلول.
- بعضها (مثل الخارصين والحديد) يتأكسد ويذوب في المحلول.
- بعضها (مثل الخارصين والحديد) يتأكسد ويذوب في المحلول.
- وذلك لصغر جهود اختزالها مقارنةً بجهد اختزال  $\text{Cu}^{2+}$

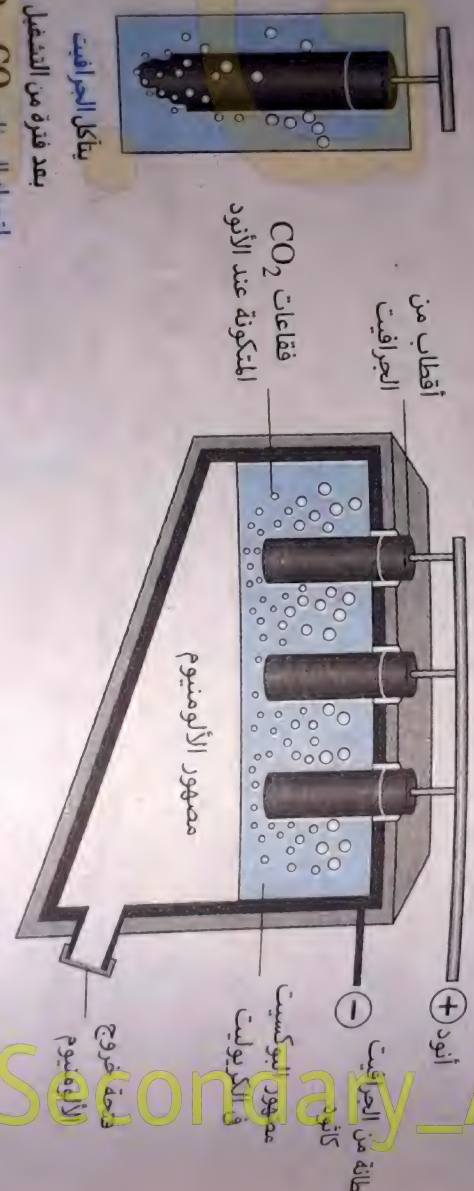


بعضها (مثل الذهب والفضة) لا يتأكسد وترسب في المحلول أسفل الأنود.

### استخلاص الألومنيوم من خام البوكسيت بالتحليل الكهربى

الخطوات :

- يستخلص الألومنيوم من خام البوكسيت ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) الذائب في مصهور الكريوليت ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) الذى يضاف إليه قليلاً من الفلورسبار ( $\text{CaF}_2$ )، لخفض درجة انصهار المخلوط من  $2045^\circ\text{C}$  إلى  $950^\circ\text{C}$
- ويستعاض حديثاً عن الكريوليت بمخلوط من أملاح فلوريدات (الألومنيوم والصوديوم والكالسيوم)، لأن هذا المخلوط يعطى مع البوكسيت مصهوراً يتميز بانخفاض درجة انصهاره وكثافته مقارنة بمخلوط الكريوليت مع البوكسيت، مما يسهل فصل مصهور الألومنيوم.



يتآكل الجرافيت بعد فترة من التشغيل لنحوه إلى غازى  $\text{CO}_2$  ،  $\text{CO}$

(١) توصّل أسطوانات الجرافيت بالقطب الموجب لمصدر كهربى، لتعمل كـأنود.

(٢) يوصل الجرافيت المبطن لجسم إناء الخلية بالقطب السالب للمصدر الكهربى، ليعمل كـكاثود.



يتمكن مصهور البوكسيت تبعاً للمعادلة :



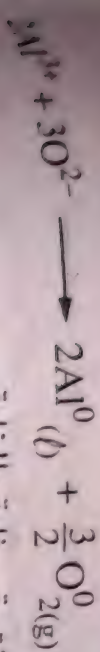
وعند مرور التيار الكهربى تحدث :

• عملية الأكسدة عند الأنود





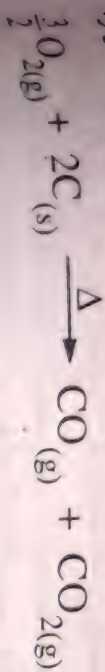
التفاعل الكلي : بجمع المعادلتين (1) ، (2) :



ويسحب الألومنيوم من الخلية من خلال فتحة سفلية بالخلية.

\* ملحوظة :

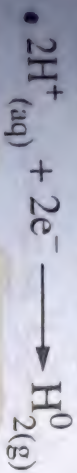
تتآكل أقطاب الجرافيت، نتيجة لتفاعلها مع الأكسجين المتصاعد، لذا يلزم تغييرها باستمرار.



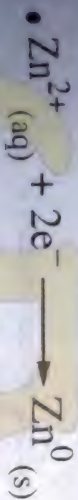
### ٣ / قوانين و علاقات و تطبيقات

$$* E_{cell} (emf) = \begin{cases} E^{\circ}_{oxid} (Anode) - E^{\circ}_{oxid} (Cathode) \\ E^{\circ}_{red} (Cathode) - E^{\circ}_{red} (Anode) \\ E^{\circ}_{oxid} (Anode) + E^{\circ}_{red} (Cathode) \end{cases}$$

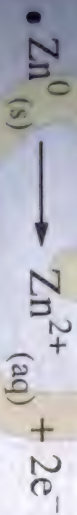
•  $E^{\circ}_{oxid} = -E^{\circ}_{red}$  (العنصر الواحد)



$$E^{\circ} = \text{zero}$$



$$E^{\circ} = -0.76 \text{ V}$$



$$E^{\circ} = +0.76 \text{ V}$$



$$E^{\circ} = +0.34 \text{ V}$$



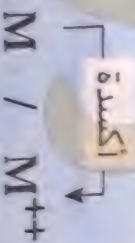
$$E^{\circ} = -0.34 \text{ V}$$

\* إذا كانت قيمة emf للخلية :

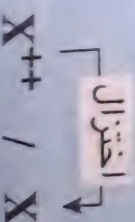
- بإشارة موجبة، فهذا يعني أنها خلية جلفانية، تفاعلها تلقائي
- أى يصدر عنها تيار كهربى، «تفاعل تفريغ».

- بإشارة سالبة، فهذا يعني أنها خلية تحليلية، تفاعلها غير تلقائي
- أى لا يصدر عنها تيار كهربى، «تفاعل شحن».

تمثل الخلية الجلفانية برمز اصطلاحى كالتالى :



//



نصف خلية الأنود

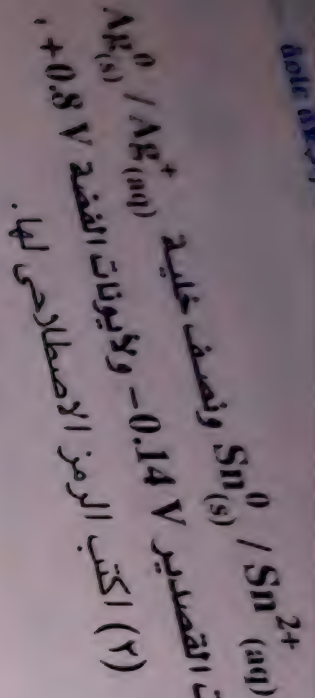
قنطرة ملحية

نصف خلية الكاثود



إذا علمت أن جهد الاختزال القياسي لأيونات القصدير  $\text{Sn}^{0(s)} / \text{Sn}^{2+(aq)}$  ونصف خلية  $\text{Ag}^{0(s)} / \text{Ag}^{+(aq)}$  ولأيونات الفضة  $+0.8 \text{ V}$  ، احسب emf للخلية.

الحل

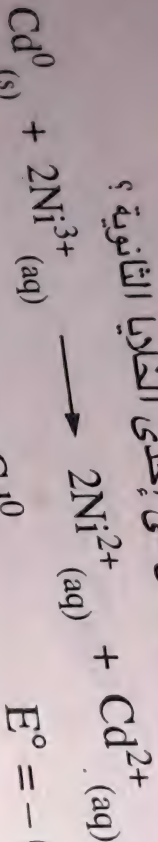


$$\text{emf} = E_{\text{red}}^{\circ} (\text{Ag}^{+}) - E_{\text{red}}^{\circ} (\text{Sn}^{2+})$$

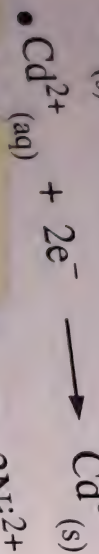
$$= 0.8 - (-0.14) = 0.94 \text{ V}$$

مثال ٢

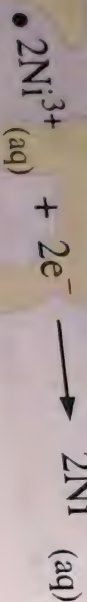
الفاعل التالي يمثل عملية التفريغ أم عملية الشحن في إحدى الخلايا الثانوية ؟



$$E^{\circ} = -0.4 \text{ V}$$



$$E^{\circ} = +0.9 \text{ V}$$



الحل

من التفاعل الكلي حدوث عملية أكسدة لذرات الكادميوم واختزال لأيونات النيكل

$$\therefore \text{emf} = E_{\text{red}}^{\circ} (\text{Cd}^{0}) + E_{\text{red}}^{\circ} (\text{Ni}^{3+}) = 0.4 + 0.9 = +1.3 \text{ V}$$

قيمة emf بإشارة موجبة. ∴ هذا التفاعل يمثل تفاعل تفريغ

### القانون الأول لفاراداي

\* نص القانون : تتناسب كمية المادة المتكونة أو المستهلكة عند أي قطب سواء كانت غازية أو صلبة تناسباً طردياً مع كمية الكهرباء المارة في الإلكتروليت.

$$\text{كمية الكهرباء (C)} = \text{شدة التيار (A)} \times \text{الزمن (s)}$$

$$\text{الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية للعنصر (g/atom)}}{\text{عدد تأكسد أيون العنصر}}$$

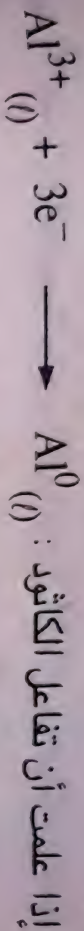
$$\text{كلية المادة المتحررة أو المستهلكة (g)} = \text{كمية الكهرباء (F)} \times \frac{\text{الكتلة المكافئة الجرامية}}$$

$$\text{كلية المادة المتحررة أو المستهلكة (g)} = \frac{\text{كمية الكهرباء (C)}}{96500} \times \frac{\text{الكتلة المكافئة الجرامية}}$$



## مثال ١

احسب الزمن اللازم لترسيب  $9\text{ g}$  من فلز الألومنيوم عند مرور تيار كهربائي شدته  $20\text{ A}$  في خلية تحليل تحتوي على مصهور أكسيد الألومنيوم،



$$M_{\text{Al}} = 27$$

$$\frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية للألومنيوم}}{\text{عدد تأكسد أيون الألومنيوم}} = \frac{27}{3} \text{ g} = \frac{\text{الكتلة المكافئة الجرامية للألومنيوم}}{\text{كمية الكهرباء (C) } \times \text{الكتلة المكافئة الجرامية (g)}}$$

الحل

$$\therefore \text{كتلة الألومنيوم المترسبة (g)} = \frac{\text{كمية الكهرباء (C) } \times \text{الكتلة المكافئة الجرامية (g)}}{96500 \text{ (C)}}$$

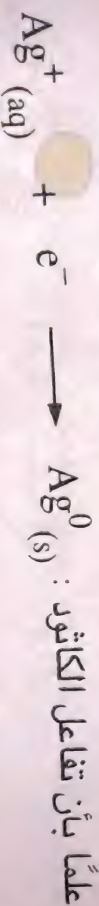
$$\therefore \text{كمية الكهرباء (C)} = \frac{96500 \times 9}{9} = 96500 \text{ C}$$

$$\therefore \text{كمية الكهرباء (C)} = \text{شدة التيار (A)} \times \text{الزمن (s)}$$

$$\therefore \text{الزمن (s)} = \frac{96500}{10} = 9650 \text{ s}$$

## مثال ٢

احسب كتلة الفضة المترسبة على ملعقة من الحديد عند إمرار كمية من الكهرباء مقدارها  $0.2\text{ F}$  في محلول نترات الفضة،



$$[M_{\text{Ag}} = 108]$$

الحل

$$\frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية للفضة}}{\text{عدد تأكسد أيون الفضة}} = \frac{108}{1} = \frac{\text{الكتلة المكافئة الجرامية للفضة (g)}}{\text{كمية الكهرباء (F) } \times \text{الكتلة المكافئة الجرامية (g)}}$$

$$21.6 \text{ g} = 108 \times 0.2 =$$

## مثال ٢

قسم محلول من نترات الفضة على ثلاث خلايا تحليلية، وأمر في الخلية الأولى تيار شدته  $965\text{ A}$  لمدة  $1\text{ s}$  وفي الخلية الثانية  $0.2\text{ F}$  وفي الخلية الثالثة  $0.2\text{ F}$  احسب كتلة الفضة المترسبة على كاثود كل خلية، وما الذي تستنتجه من هذه النتائج ؟



الكتلة الذرية الجرامية للفضة  
عدد تكافؤ أيون الفضة  $Ag^+$

الكتلة المكافئة الجرامية للفضة (g) =

الحل

$$\frac{108}{1} = 108 \text{ g}$$

كمية الكهرباء المارة في الخلية الأولى (C) = شدة التيار (A)  $\times$  الزمن (s)

$$965 \text{ C} = 1 \times 965 =$$

$$\text{كتلة الفضة المترسبة على كاثود الخلية الأولى} = \frac{108 \times 965}{96500} = 1.08 \text{ g}$$

$$\text{كتلة الفضة المترسبة على كاثود الخلية الثانية} = \frac{108 \times 9650}{96500} = 10.8 \text{ g}$$

ويستنتج مما سبق أن ، كتلة الفضة المتكونة عند الكاثود تتناسب طرديًا مع كمية الكهرباء المارة في محلول نترات الفضة وهو ما يؤكد القانون الأول لفاراداي.

### القانون الثاني لفاراداي

\* نص القانون : تتناسب كميات المواد المختلفة المتكونة أو المستهلكة عند مرور نفس كمية الكهرباء في عدة إلكتروليات متصلة على التوالي مع كتلتها المكافئة الجرامية.

$$\frac{\text{الكتلة المتحررة من العنصر X}}{\text{الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر X}} = \frac{\text{الكتلة المتحررة من العنصر Y}}{\text{الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر Y}}$$

عند إمرار كمية من الكهرباء في محلولي نترات فضة  $AgNO_3$  وكبريتات نحاس (II)  $CuSO_4$  ، ترسب في الخلية التحليلية الأولى g 21.6 من الفضة، احسب كتلة النحاس المترسبة في الخلية الثانية.

$$[Ag = 108, Cu = 63.5]$$

$$\frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية للعنصر}}{\text{عدد تكافؤ الأيون}} = \frac{\text{الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر}}{\text{الكتلة الذرية الجرامية للعنصر}}$$

$$\text{الكتلة المكافئة الجرامية للفضة} = \frac{108}{1}$$

$$\text{الكتلة المكافئة الجرامية للنحاس} = \frac{63.5}{2}$$

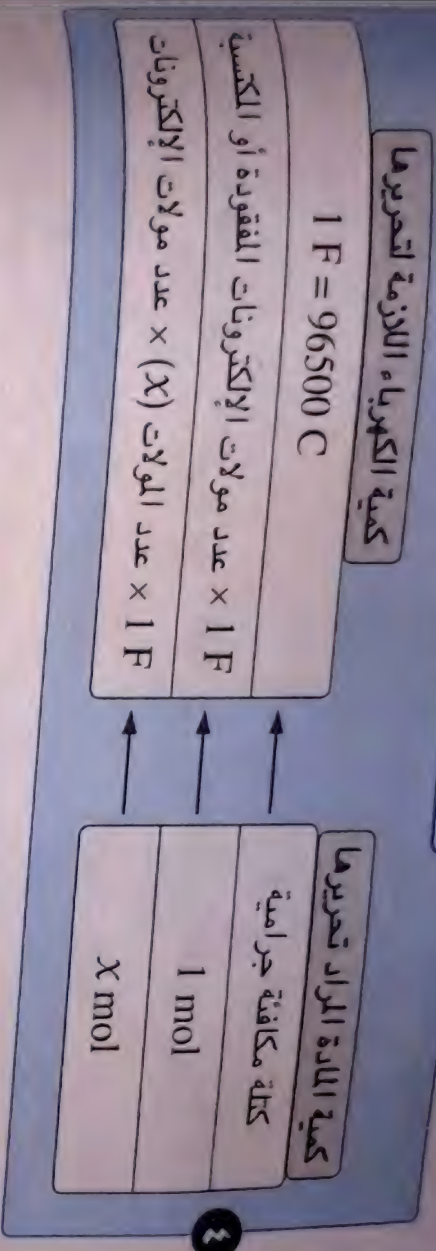
$$\frac{\text{كتلة Ag المترسبة}}{\text{الكتلة المكافئة الجرامية للفضة}} = \frac{\text{كتلة Cu المترسبة}}{\text{الكتلة المكافئة الجرامية للنحاس}}$$

$$\frac{21.6}{108} = \frac{\text{كتلة Cu المترسبة}}{31.75}$$

$$\text{كتلة Cu المترسبة} = \frac{31.75 \times 21.6}{108} = 6.35 \text{ g}$$



## القانون العام للتحليل الكهربى

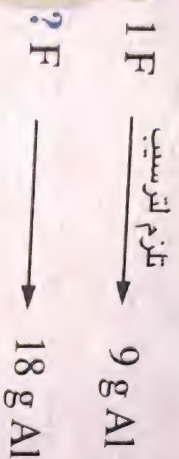


## مثال ١

[Al = 27]  
 احسب كمية الكهرباء بالفارادى اللازمة لإنتاج 18 g من الألومنيوم  
 $\text{Al}^{3+} + 3e^- \longrightarrow \text{Al}^0$  الكاثود : لتفاعل البوكسيت تبعاً لتفاعل البوكسيت لصهور

## الحل

$$9 \text{ g} = \frac{27}{3} = \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية للألومنيوم}}{\text{عدد تأكسد أيون الألومنيوم}} = (g) = \frac{\text{الكتلة المكافئة الجرامية للألومنيوم}}{\text{عدد تأكسد أيون الألومنيوم}}$$



حل ثالث

$$2 \text{ F} = \frac{18}{9} = \text{كمية الكهرباء}$$

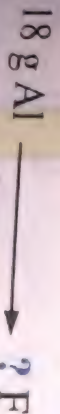
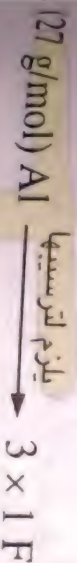
حل ثالث

$$\frac{18}{27} = \text{عدد مولات الألومنيوم}$$

$$\frac{2}{3} \text{ mol} =$$

$$3 \times \frac{2}{3} = \text{كمية الكهرباء}$$

$$2 \text{ F} =$$



$$\frac{3 \times 18}{27} = \text{كمية الكهرباء}$$

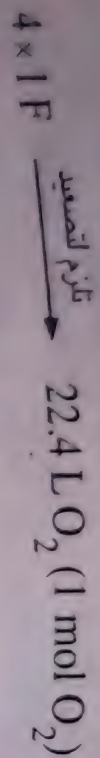
$$2 \text{ F} =$$



احسب حجم غاز الاكسجين (at STP) الناتج عند مرور كمية من الكهرباء مقدارها 5 F في الكتروليت تبعاً لتفاعل الانود :



مثال ٢



الحل

$$\text{حجم غاز الاكسجين المتصاعد} = \frac{5 \times 22.4}{4} = 28 L$$

مثال ٢

أمر تيار كهربى مستمر شدته 18 A لمدة 1 h فى محلول كبريتات النيكل (II)  $NiSO_4$  لطلاء رجهى رقيق من معدن رخيص مربعة الشكل طول ضلعها 4 cm احسب سمك طبقة الطلاء، علماً بأن كثافة النيكل  $8.9 \text{ g/cm}^3$

[Ni = 58.7]

الحل

$$\begin{aligned} \text{كمية الكهرباء (C)} &= \text{شدة التيار (A)} \times \text{الزمن (s)} \\ 64800 C &= 60 \times 60 \times 18 = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية للنيكل}}{\text{عدد تأكسد أيون النيكل}} &= \frac{\text{الكتلة المولارية للنيكل}}{\text{كتلة النيكل المترسبة (كتلة الطلاء) (g)}} \\ \frac{58.7}{2} = \frac{29.35}{Ni^{2+}} &= \frac{\text{الكتلة المولارية الجرامية للنيكل}}{96500 (C)} \end{aligned}$$

$$19.71 g = \frac{64800 \times 29.35}{96500} =$$

$$\begin{aligned} \text{مساحة سطح طلاء النيكل (cm}^2\text{)} &= \text{مساحة الوجه الواحد} \times 2 = \text{طول الضلع} \times \text{نفسه} \times 2 \\ 32 \text{ cm}^2 &= 2 \times (4 \times 4) = \end{aligned}$$

$$\frac{\text{حجم طبقة الطلاء (g)}}{\text{الكثافة (g/cm}^3\text{)}} = \frac{\text{الكتلة (g)}}{\text{الكثافة (g/cm}^3\text{)}} = \frac{19.71}{8.9} = 2.21 \text{ cm}^3$$

$$\frac{\text{مساحة سطح الطلاء}}{\text{حجم طبقة الطلاء (cm}^3\text{)}} = \frac{\text{مساحة سطح الطلاء}}{\text{حجم طبقة الطلاء (cm}^3\text{)}} = \frac{0.07 \text{ cm}^3}{2.21} = \frac{32}{32}$$





## مقارنات

الخلايا الأولية	الخلايا الثانوية
<p>١</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* خلايا جلفانية تتحول فيها الطاقة الكيميائية المختزنة إلى طاقة كهربائية من خلال تفاعل (أكسدة - اختزال) تلقائي غير انعكاسي.</li> <li>* لا يمكن إعادة شحنها.</li> <li>* أمثلة : • خلية الزئبق.</li> <li>• خلية الوقود.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* خلايا جلفانية تتحول فيها الطاقة الكيميائية المختزنة إلى طاقة كهربائية من خلال تفاعل (أكسدة - اختزال) تلقائي غير انعكاسي.</li> <li>* يمكن إعادة شحنها.</li> <li>* أمثلة : • بطارية الرصاص الحامضية.</li> <li>• بطارية أيون الليثيوم.</li> </ul>
الخلايا الجلفانية	الخلايا التحليلية (الإلكتروليتية)
<p>٢</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* تتحول فيها الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.</li> <li>* تتم فيها تفاعلات (أكسدة - اختزال) بشكل تلقائي.</li> <li>* قيمة emf لها بإشارة موجبة.</li> <li>* الأنود هو القطب السالب وتحدث له عملية الأكسدة.</li> <li>* الكاثود هو القطب الموجب وتحدث له أو عنده عملية الاختزال.</li> <li>* قطبي الأنود والكاثود من مادتين مختلفتين.</li> <li>* تحتوى الخلية على إلكتروليتين مختلفين.</li> <li>* مثال : خلية دانيال.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* تتحول فيها الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية.</li> <li>* تتم فيها تفاعلات (أكسدة - اختزال) بشكل غير تلقائي.</li> <li>* قيمة emf لها بإشارة سالبة.</li> <li>* الأنود هو القطب الموجب وتحدث له أو عنده عملية الأكسدة.</li> <li>* الكاثود هو القطب السالب وتحدث له أو عنده عملية الاختزال.</li> <li>* قطبي الأنود والكاثود قد يكونا من نفس المادة أو من مادتين مختلفتين.</li> <li>* تحتوى الخلية على إلكتروليت واحد.</li> <li>* مثال : خلية استخلاص الألومنيوم من البوكسيت.</li> </ul>



# الكيمياء العضوية

5  
بنت



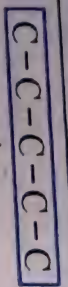
Berzelius

## تسمية الأيوباك للمركبات العضوية

### 1 تسمية الأيوباك للأكانات (البارافينات)

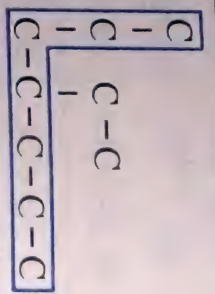
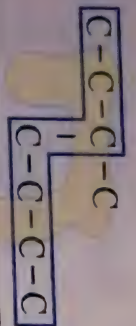
$C_6H_{14}$ هكسان	$C_3H_8$ بروبان	$CH_4$ ميثان	1 يضاف القطع (-ane) إلى الشق الدال على عدد ذرات الكربون.
----------------------	--------------------	-----------------	--

ميث  $meth = 1$ ، إيث  $eth = 2$ ، بروب  $prop = 3$ ، بيوت  $but = 4$ ، بنت  $pent = 5$ ، هكس  $hex = 6$ ، هبت  $hept = 7$ ، أوكت  $oct = 8$ ، نون  $non = 9$ ، ديك  $dec = 10$ ، ...

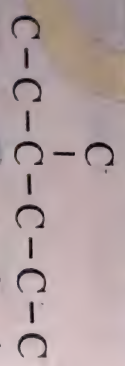


1

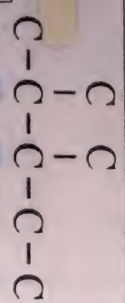
2 يحدد اسم الأكات من أطول



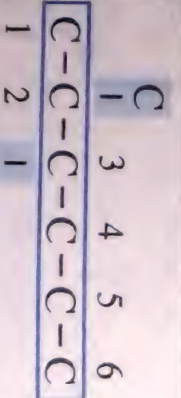
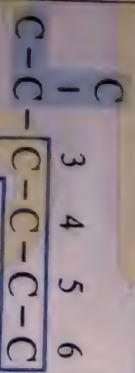
3 تسلسلة كربونية متصلة سواء كانت مستقيمة أو منحنية.



ترقيم خطأ  
ترقيم صواب



ترقيم خطأ  
ترقيم صواب



4 إذا تصادف وجود سلسلتان متساويتان في الطول في نفس الجزئ، نختار أكثرهما تفرعاً كالتسمية.



5 عند صياغة اسم المركب في صورته

النهائية يجب مراعاة ما يلي :

(1) 'يسبق كل تفرع بالرقم الدال على موضع تفرعه من السلسلة الأساسية.

(ب) يفصل بين :

- الرقم والرقم بفصلة (،).
- الرقم والاسم بشرطة (-).

(ج) عند تكرار تفرع مجموعة أو

ذرة ما من السلسلة الأساسية

يضاف إلى اسمها البادئة التي

تشير إلى عدد مرات تكرارها

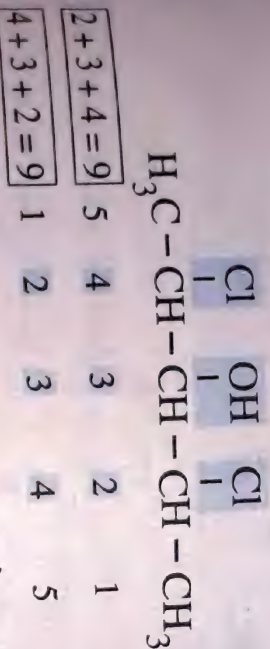
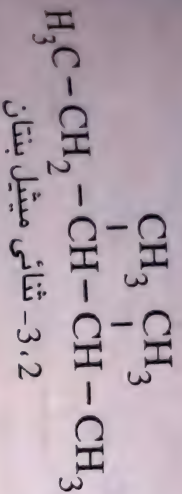
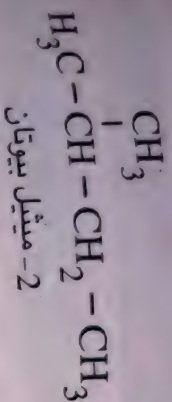
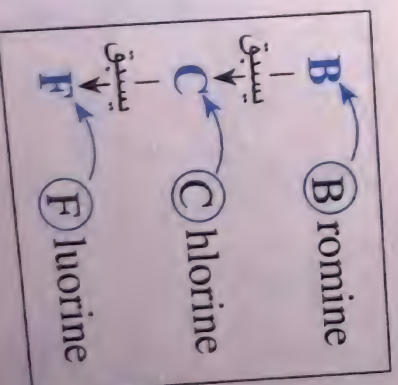
(ثنائي، ثلاثي، ... ) وذلك

بالإضافة إلى الأرقام الدالة على

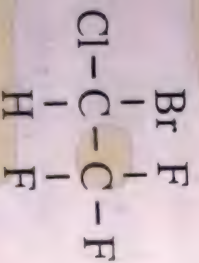
مواضع تفرعها من السلسلة.

(د) ترتب التفرعات أبجدياً

حسب أسمائها اللاتينية.



4,2-ثنائي كلورو-3-هيدروكسي بنتان



1,1,1-ثلاثي فلورو-2-برومو-2-كلوروإيثان

1+1+1+2+2=7

1-برومو-1-كلورو-2,2,2-ثلاثي فلوروإيثان

1+1+2+2+2=8

2-برومو-2-كلورو-1,1,1-ثلاثي فلوروإيثان

2+2+1+1+1=7



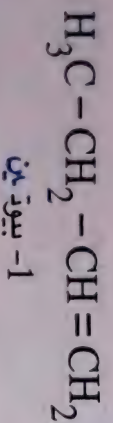
## ٢) هاليدات الألكيل

يكتب اسم الهالوجين منتهياً بالحرف (و)، يعقبه اسم الألكان المشتق منه مجموعة الألكيل

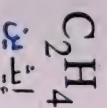
• كلوريد الميثيل	$\text{CH}_3\text{Cl}$	كلورو ميثان
• بروميد الإيثيل	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$	بروم - إيثان

## ٢) تسمية الأيونات للألكينات (الأليفينات) والأكانيات (الاستيلينات)

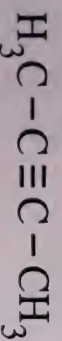
١ \* يضاف المقطع (- ين ene) إلى نهاية اسم الشق الدال على أطول سلسلة كربونية تحتوي على رابطة مزدوجة.



1- بيوتين



إيثين



2- بيوتين



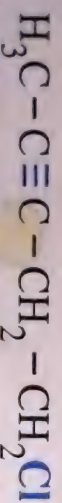
إيثاين

\* يضاف المقطع (- ين yne) إلى نهاية اسم الشق الدال على أطول سلسلة كربونية تحتوي على رابطة ثلاثية.



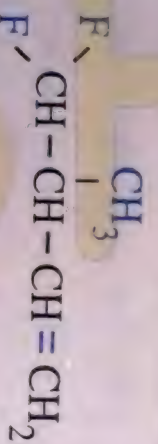
X 5 4 3 2 1  
✓ 1 2 3 4 5

2- بنتين



X 5 4 3 2 1  
✓ 1 2 3 4 5

5- كلورو - 2- بنتاين



X 1 2 3 4  
✓ 4 3 2 1

4,4 - ثنائي فلورو - 3- ميثيل - 1- بيوتين

٢) تسمية السلسلة الكربونية من الطرف الأقرب إلى الرابطة غير المشبعة، بغض النظر عن موقع أي تفرعات أخرى.



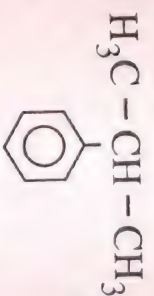
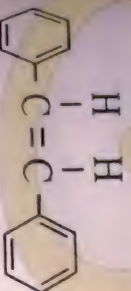
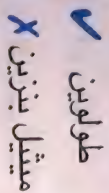
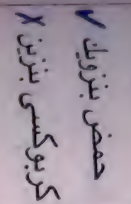
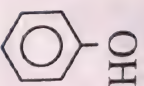
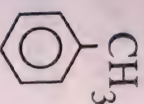
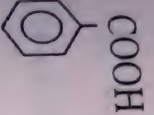
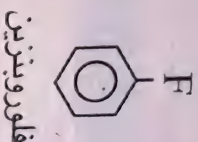
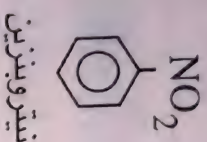
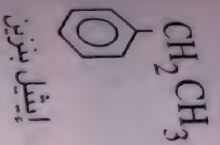
## تسمية الأيونات للمركبات الأروماتية

4

تسمية مشتقات البنزين :

(1) المشتقات أحادية الاستبدال :

١- غالباً ما يكتب اسم الذرة أو المجموعة المستبدلة متبوعة بكلمة بنزين.

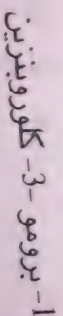
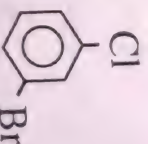
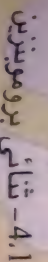
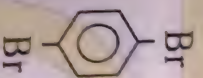


٢- عند استبدال إحدى ذرات حلقة بنزين ببعض المجموعات الفعالة، لا ينسب اسم المركب الناتج إلى البنزين، بل يصبح له اسماً جديداً.

٣- إذا كانت حلقة البنزين متصلة بمجموعة ليس لها اسم بسيط، فإنه يتم التعامل مع حلقة البنزين باعتبارها المجموعة المستبدلة (التفرع) فتأخذ اسم فينيل.

(ب) المشتقات ثنائية الاستبدال :

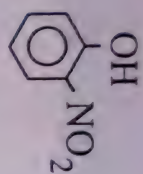
١- عند استبدال ذرتي هيدروجين في الحلقة بذرتين متشابهتين أو مختلفتين، تتم التسمية بطريقة الترقيم حيث ترقم ذرات الكربون في الحلقة بالاتجاه الذي يعطى أقل مجموع ممكن، مع مراعاة الترتيب الأبجدي.





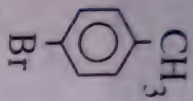
٢- في حالة استبدال ذرة

هيدروجين في مركبات :  
(الفينول، الطولوين، حمض البنزويك) ترقم المجموعة الأساسية في هذه المركبات بالرقم 1 وترقم المجموعات الأخرى حسب موقعها بالنسبة للمجموعة الأساسية.



✓ 2- نيتروفينول

✗ 1- هيدروكسي - 2- نيتروبنزين

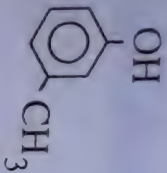


✓ 4- بروموتولوين

✗ 1- برومو - 4- ميثيل بنزين

### الإيضاح فقط

عند استبدال ذرتي هيدروجين في حلقة بنزين بمجموعتي هيدروكسيل وميثيل، لا تتم تسمية الأيونات لهذا المركب بالنسبة إلى الفينول أو الطولوين، لأن المركب سوف يصبح له اسم جديد وهو (أرثو أ، بارا أ، ميتا) كيرزول.

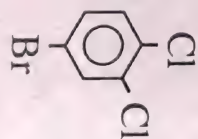


ميتا-كيرزول

(ج) المشتقات متعددة الاستبدال :

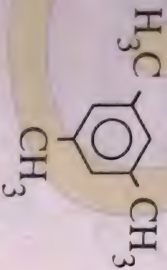
\* ترتيب المجموعات أبجدياً حسب أسمائها اللاتينية، بغض النظر عن ترقيم مواقعها.

\* ترقم ذرات كربون الحلقة مروراً بالاتجاه الذي يحدد مواقع المجموعات بأقل مجموع أرقام ممكن.



4- برومو - 1, 2- ثنائي

كلوروبنزين



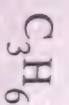
1, 3, 5- ثلاثي ميثيل بنزين

### تسمية الأيونات للأكانات الحلقية

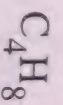
\* يضاف القطع (سيكلو) قبل اسم الأكائن.

أو

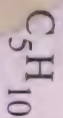
\* يضاف المقطع (حلقى) بعد اسم الأكائن.



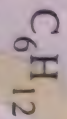
سيكلوبروبان (بروبان حلقى)



سيكلوبوتان (بيوتان حلقى)



سيكلوبنتان (بنتان حلقى)



سيكلوهكسان (مكسان حلقى)



### تسمية الأيونات للكحولات

ميثانول	$\text{CH}_3\text{OH}$	الكحول الميثيلي	•
إيثانول	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	الكحول الإيثيلي	•
* يضاف المقطع (- ول) إلى نهاية اسم الألكان (ألكان-ول).			

### تسمية الأيونات للألدهيدات

إيثانال	$\text{CH}_3\text{CHO}$	الأسيتالدهيد	•
بروبانال	$\text{C}_2\text{H}_5\text{CHO}$	البروبانالدهيد	•
* يضاف المقطع (- ال) إلى نهاية اسم الألكان المقابل (ألكان-ال).			

### تسمية الأيونات للكتونز

بروبانون	$\text{CH}_3\text{COCH}_3$	الأسيتون	•
* يضاف المقطع (- ون) إلى نهاية اسم الألكان المقابل (ألكان-ون).			

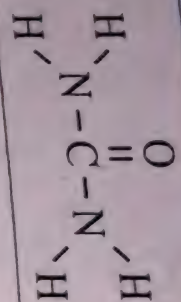


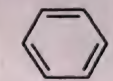
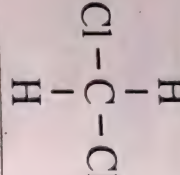
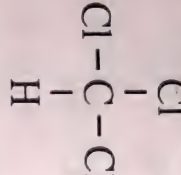
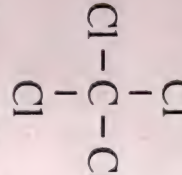
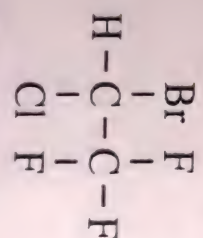
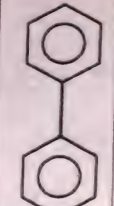
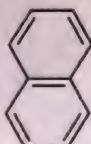
### تسمية الأيونات للأحماض العضوية

حمض ميثانويك	$\text{HCOOH}$	حمض الفورميك	•
حمض إيثانويك	$\text{CH}_3\text{COOH}$	حمض الأسيتيك	•
* تكتب كلمة حمض، يعقبها اسم الألكان منتهياً بالمقطع (- ويك) (حمض ألكان-ويك).			


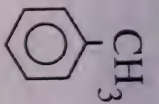
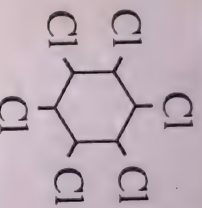
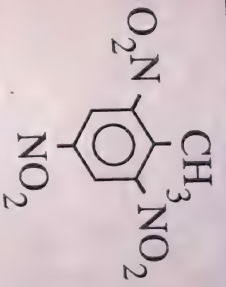
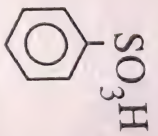
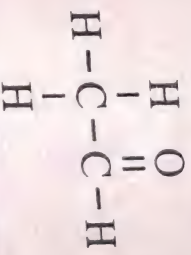
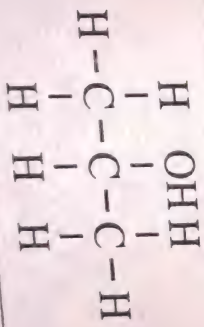
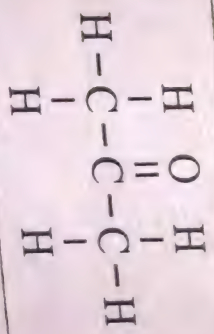
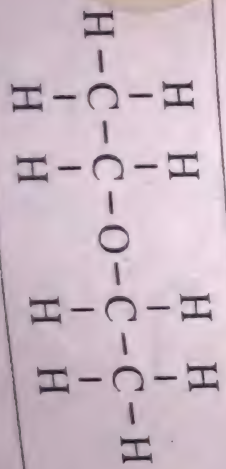
### تسمية الأيونات للإسترات

تسمية الأيونات للإستر المقابل (الكائنات + ألكيل)	تسمية الأيونات لمجموعات الألكيل (الكان + يل)	تسمية الأيونات للأحماض العضوية (الكان + وات)	تسمية الأيونات للأحماض العضوية (حمض + ألكان + ويك)
$\text{HCOOCH}_3$ ميثانات الميثيل	$\text{CH}_3^-$ ميثيل	$\text{HCOO}^-$ ميثانات	$\text{HCOOH}$ حمض الميثانويك
$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ إيثانات الميثيل	$\text{CH}_3^-$ ميثيل	$\text{CH}_3\text{COO}^-$ إيثانات	$\text{CH}_3\text{COOH}$ حمض الإيثانويك



الصيغة الجزيئية	الصيغة البنائية	المركب
$\text{CH}_4\text{ON}_2$		يوريا (بولينا)
$\text{C}_5\text{H}_{10}$		بنزان حلقى (سيكلوبنتان)
$\text{C}_6\text{H}_{12}$		مكسان حلقى (سيكلوهكسان)
$\text{C}_6\text{H}_6$		بنزين عطري
$\text{CH}_2\text{Cl}_2$		كلوريد ميثيلين (ثنائي كلوروميثان)
$\text{CHCl}_3$		كلوروفورم (ثلاثي كلوروميثان)
$\text{CCl}_4$		ربيع كلوريد الكربون (ارباعي كلوروميثان)
$\text{CHBrClCF}_3$		هالوثان -2- برومو - كلورو -1,1,1- ثلاثي فلوروإيثان)
$\text{C}_{12}\text{H}_{10}$		ثنائي فينيل
$\text{C}_{10}\text{H}_8$		نفتالين



$C_{14}H_{10}$		أنتراسين
$C_7H_8$		تولوين (ميثيل بنزين)
$C_6H_6Cl_6$		جامكسان (سداسي كلورو هكسان حلقى)
$C_7H_5O_6N_3$		ثلاثي نيترو تولوين (TNT)
$C_6H_6O_3S$		حمض بنزين سلفونيك
$C_2H_4O$		إيثانال (أستالدهيد)
$C_3H_8O$		2-بروبانول (كحول أيزوبروبيلي)
$C_3H_6O$		بروبانون (أستون)
$C_4H_{10}O$		إثير ثنائي الإثيل

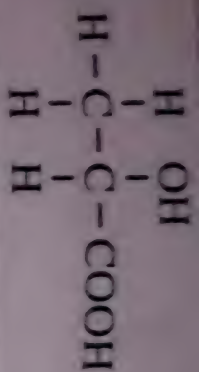


$C_2H_6O_2$	$  \begin{array}{c}  H & H \\    &   \\  HO-C-C-OH \\    &   \\  H & H  \end{array}  $	إيثلين جليكول (2،1-ثنائي هيدروكسي إيثان)
$C_3H_8O_3$	$  \begin{array}{c}  H & H & H \\    &   &   \\  H-C-C-C-H \\    &   &   \\  OH & OH & OH  \end{array}  $	جليسرول (3،2،1-ثلاثي هيدروكسي بروبان)
$C_3H_5O_9N_3$	$  \begin{array}{c}  H \\    \\  H-C-O-NO_2 \\    \\  H-C-O-NO_2 \\    \\  H-C-O-NO_2 \\    \\  H  \end{array}  $	ثلاثي نيتروجليسرول
$C_6H_{14}O_6$	$  \begin{array}{c}  CH_2OH \\    \\  (CHOH)_4 \\    \\  CH_2OH  \end{array}  $	سوربيتول
$C_6H_{12}O_6$	$  \begin{array}{c}  CHO \\    \\  (CHOH)_4 \\    \\  CH_2OH  \end{array}  $	جلوكوز (مادة الأهدية عديدة الهيدروكسيل)
$C_6H_{12}O_6$	$  \begin{array}{c}  CH_2OH \\    \\  C=O \\    \\  (CHOH)_3 \\    \\  CH_2OH  \end{array}  $	فركتوز (مادة كيتونية عديدة الهيدروكسيل)
$C_6H_6O$	$  \begin{array}{c}  OH \\    \\  \text{C}_6\text{H}_5  \end{array}  $	فينيل (حمض الكربونيك)

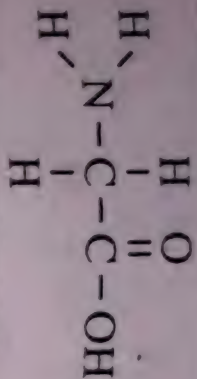
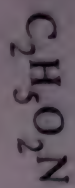


$C_6H_6O_2$		كاتيكول
$C_6H_6O_3$		بيروجالول
$C_6H_3O_7N_3$		حمض البكريك
$C_7H_6O_2$		حمض البنزويك
$CH_2O_2$		حمض الفورميك
$C_2H_2O_4$		حمض الاكساليك
$C_8H_6O_4$		حمض الفثاليك
$C_8H_6O_4$		حمض التيرفثاليك
$C_7H_6O_3$		حمض السلسليك
$C_6H_8O_7$		حمض الستريك

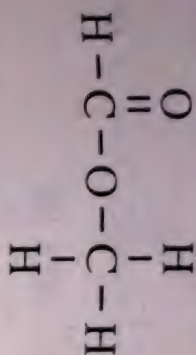
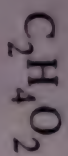




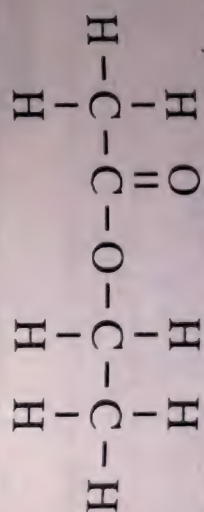
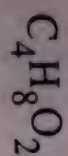
حمض اللاكتيك



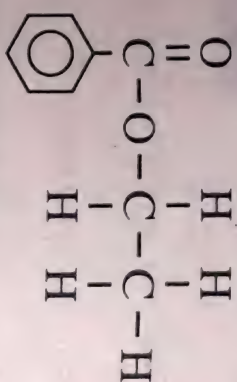
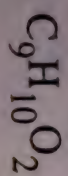
حمض الجلوتاميك  
(أينز حمض الأسيتيك)



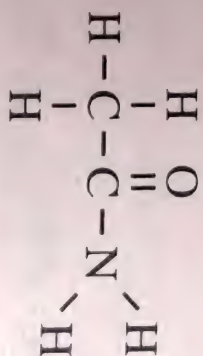
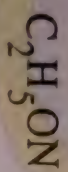
نورمات الميثيل  
(ميثانوات الميثيل)



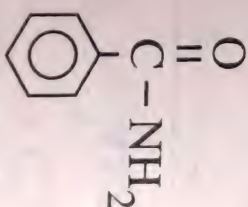
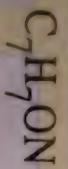
أستات الإيثيل  
(إيثانوات الإيثيل)



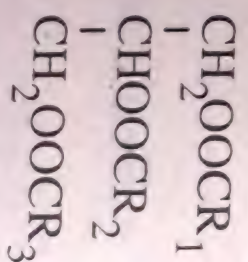
بنزوات الإيثيل



أستاميد



بنزامل



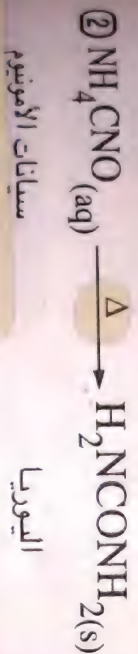
إستر ثلاثي الألكيل



$C_{10}H_{10}O_5$		الوحدة الأساسية المكونة لـ فيتامين (الداكرون)
$C_8H_8O_3$		زيت المروغ (سلسيلات الميثيل)
$C_9H_8O_4$		الاسبرين (أستيل حمض السلسليك)

### ٣ / معادلات كيميائية

\* تحضير اليوريا (البولينا) أول مركب عضوى يتم تحضيره معملياً من تسخين المحلول المائى الناتج من تفاعل كلوريد الأمونيوم وسيانات الفضة (مركبين غير عضويين).



\* يتحول كربون المركبات العضوية إلى غاز  $\text{CO}_2$  عند التسخين مع أكسيد النحاس (II).



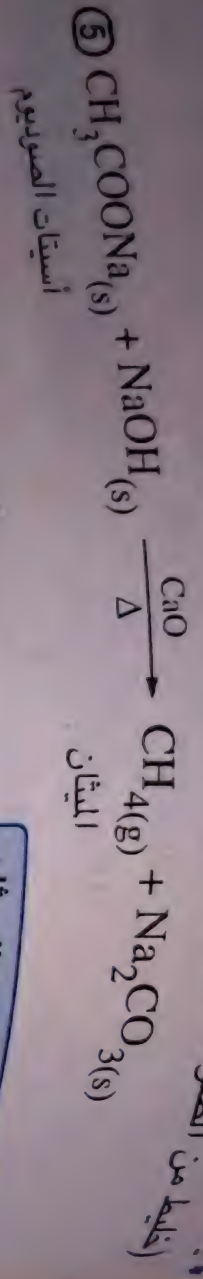
\* يتحول هيدروجين المركبات العضوية إلى بخار ماء عند التسخين مع أكسيد النحاس (III).





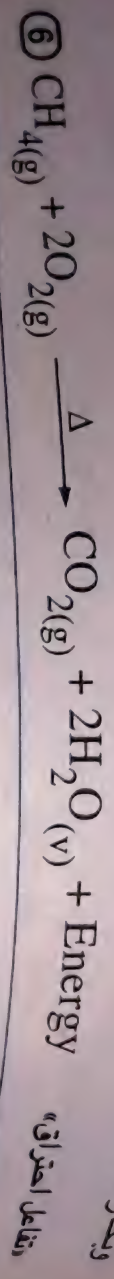
## المعمل

تُضخّر غاز الميثان في المعمل من التقطير الجاف لمح أسيتات الصوديوم اللاهائية مع الجير الصودي.  
يُضخّر غاز الميثان في المعمل من التقطير الجاف لمح أسيتات الصوديوم اللاهائية مع الجير الصودي.

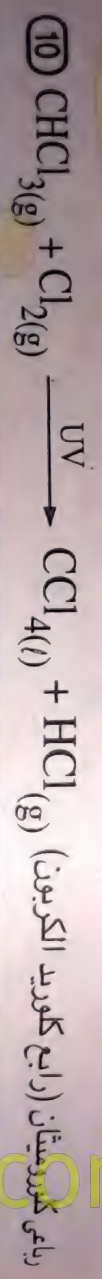
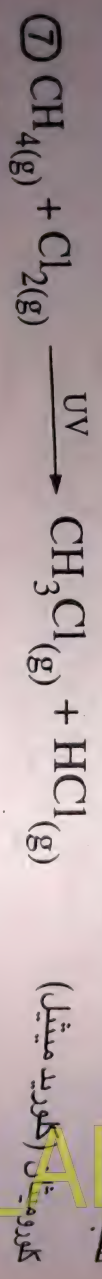


## النواص الكيميائية لغاز الميثان

الألكانات (كالميثان) من خلال تفاعل طارد للحرارة مكونة غاز ثاني أكسيد الكربون  
تحترق ويخار ماء.

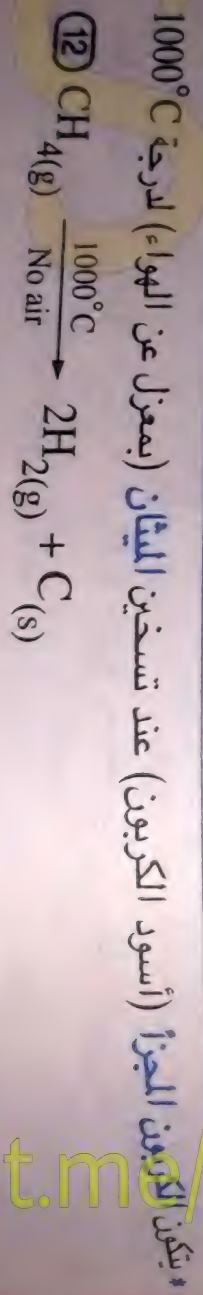
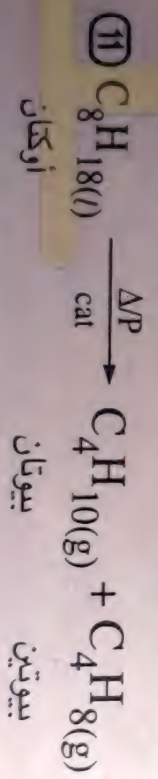


تتفاعل الألكانات (كالميثان) مع الهالوجينات (كالكلور) بالتسخين إلى  $400^\circ\text{C}$  أو في وجود الأشعة فوق البنفسجية (UV) في سلسلة من تفاعلات الاستبدال ويتوقف الناتج على نسبة كل من الألكان والهالوجين في خليط التفاعل.



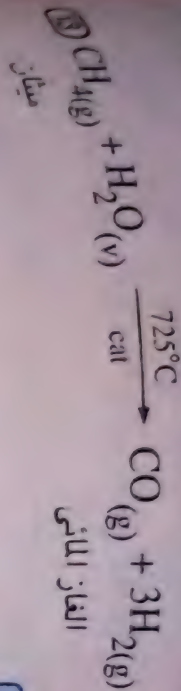
## التكسير الحراري الحفزي لمنتجات البترول الثقيلة - كالأوكتان -

يعمل ألكانات ذات سلسلة قصيرة (بيوتان) و ألكينات ذات سلسلة قصيرة (بيوتين).



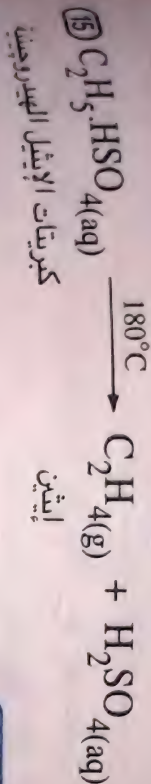
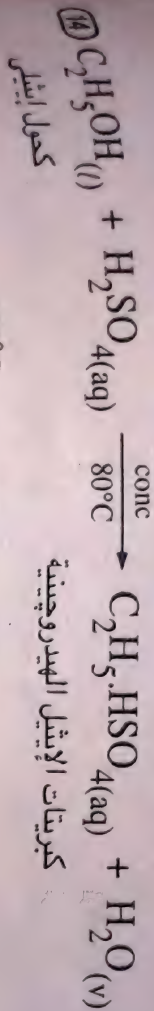


- \* يتكون الغاز المائي وهو خليط من غازي الهيدروجين وأول أكسيد الكربون من تسخين بخار الماء مع غاز الميثان في وجود عامل حفاز.



### تحضير غاز الإيثين في المعمل

- \* يُحضّر غاز الإيثين (الإيثيلين) في المعمل بنزع الماء من الكحول الإيثيلي بواسطة حمض الكبريتيك المركز عند  $180^\circ\text{C}$  ويتم التفاعل على خطوتين :



### الخواص الكيميائية للألكينات

- \* الألكينات أكثر نشاطاً من الألكانات، لاحتوائها على رابطة أو أكثر من النوع  $\pi$  الضعيفة سهلة الكسر.

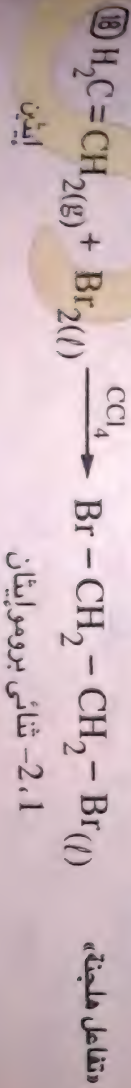
- \* تحترق الألكينات (كالإيثين) من خلال تفاعل طارد للحرارة مكونة غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار ماء.



- \* تتفاعل الألكينات (كالإيثين) مع الهيدروجين بالإضافة وذلك بالتسخين في وجود عوامل حفازة مكونة الألكانات المقابلة (الإيثان).



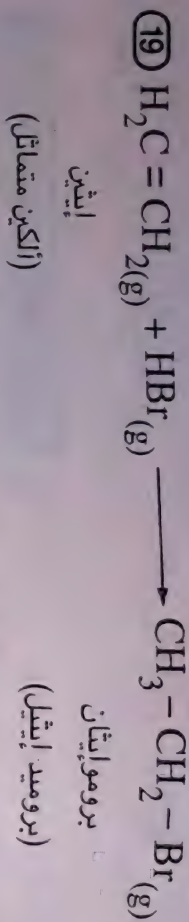
- \* تتفاعل الألكينات (كالإيثين) مع الهالوجينات - كالبروم المذاب في رابع كلوريد الكربون - بالإضافة «تفاعل ملجئة»



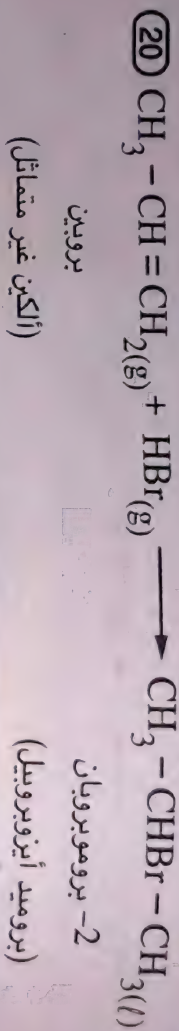
(عديم اللون)



\* تتفاعل الألكينات مع هاليدات الهيدروجين (HX) بالإضافة.  
 \* ألكين متماثل (كاإيثين) مع هاليد الهيدروجين.

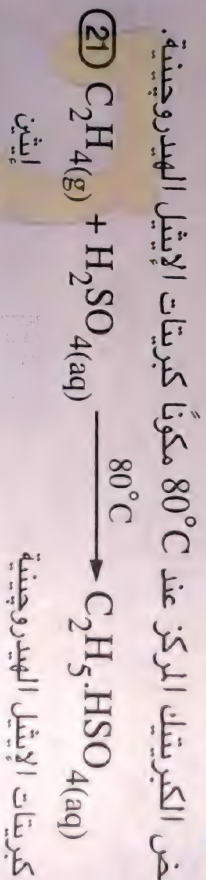


• ألكين غير متماثل (كالبروبين) مع هاليد الهيدروجين (قاعدة ماركونيكوف).

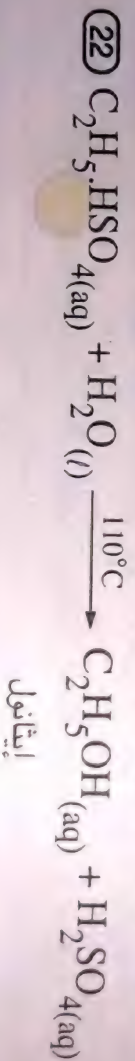


\* تتفاعل الألكينات مع الماء في وجود وسط حامضي، لتوفير أيونات الهيدروجين اللازمة لكسر الرابطة المزدوجة، حيث أن الماء إلكتروليت ضعيف.

• **تفاعل التفاعل بالإضافة على خطوتين :**



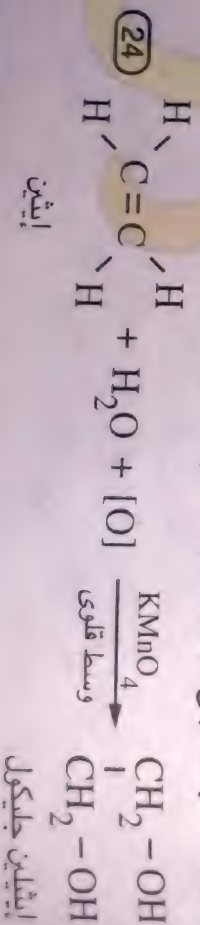
• تتحلل كبريتات الإيثيل الهيدروجينية مائياً عند  $110^\circ\text{C}$  مكونة الإيثانول.



• **جميع المعادلتين (21) ، (22)**

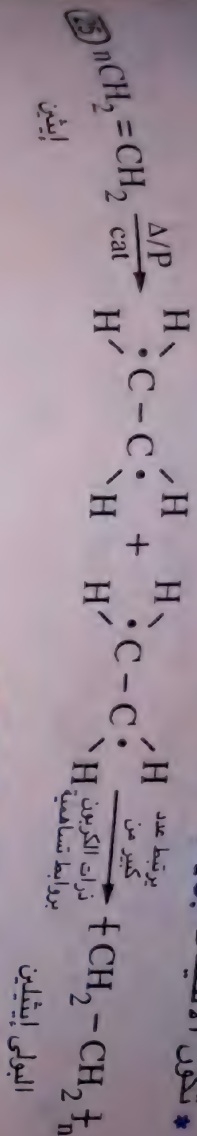


\* عند مرور غاز الإيثين في محلول برمنجنات البوتاسيوم - في وسط قلوي - في درجة حرارة الغرفة يذبل لون البرمنجنات البنفسجي، وهو اختبار هام للكشف عن وجود الرابطة المزدوجة.



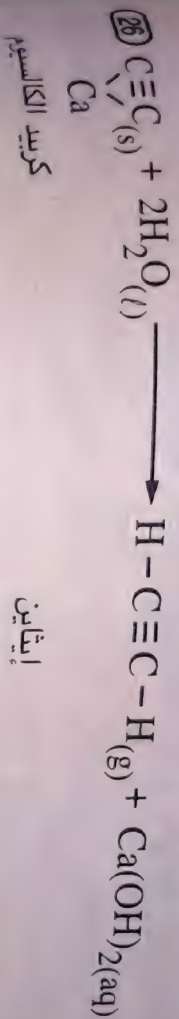


\* تُكون الألكينات بوليمرات بالإضافة.

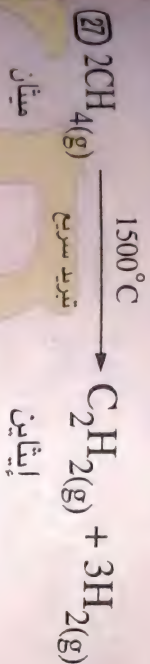


### تحضير غاز الإيثان (الأسيتيلين)

\* يُحضّر غاز الإيثان في العمل بتقطيط الماء على كربيد الكالسيوم.



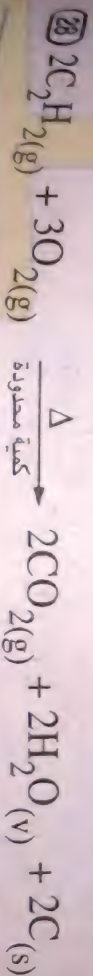
\* يُحضّر غاز الإيثان في الصناعة بتسخين الغاز الطبيعي (المحتوى على نسبة عالية من غاز الميثان) لدرجة أعلى من  $1500^\circ\text{C}$  ثم التبريد السريع للنتائج.



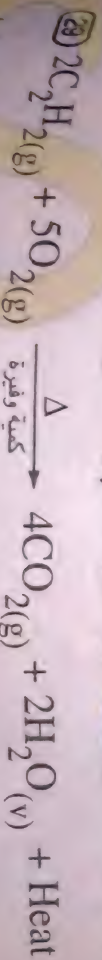
### النواص العامة لغاز الإيثان

\* مركبات الألكينات نشطة جداً، لأن الرابطة الثلاثية الموجودة بها تتكون من رابطة واحدة بين النوع سيجما و رابطتين من النوع باي الضعيفة سهلة الكسر.

\* يحترق غاز الإيثان بلهب مدخن في الهواء الجوي لأن كمية الأكسجين الموجودة في الهواء محدودة لا تكفي لاحتراق الكربون تماماً.



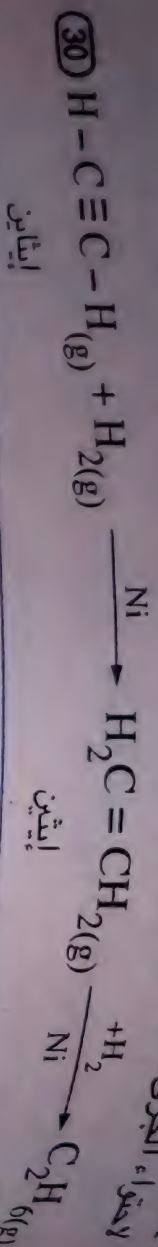
\* يحترق غاز الإيثان تماماً في وفرة من غاز الأكسجين النقي.



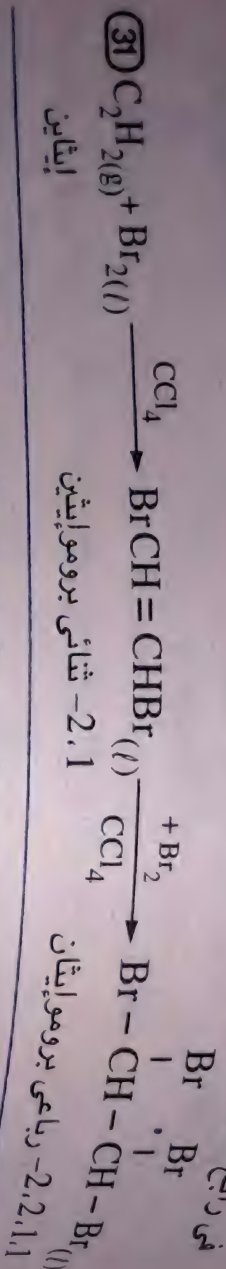
ويستفاد من هذا التفاعل في تكوين لهب الأكسسي أسيتيلين الذي يستخدم في قطع ولحام المعادن حيث تصل درجة حرارته إلى  $3000^\circ\text{C}$



فَاعَلْ غَارَ اِبْلَاقِيْنَ رَابِطَتَيْنِ مِنَ النُّوعِ بَايْ.

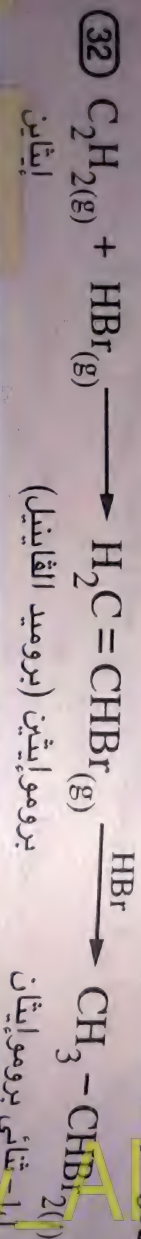
$$\xrightarrow{\text{Ni}} \text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{H}_2$$


الإيمان  
تفاعل غاز الإيثان مع الهالوجينات بالإضافة، لذا يوزل لون محلول البروم الأحمر المذاب

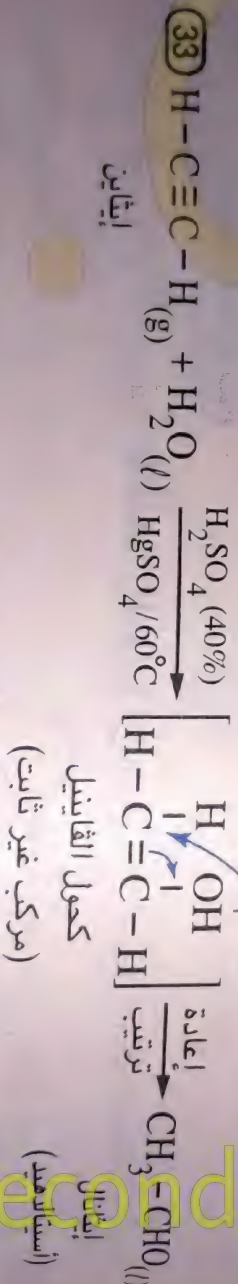


البروم المذاب في رابع كلوريد الكربون في التمييز بين الإيثين و الإيثان، لروال الأحمر في الحالتين، لأنه يتفاعل مع كل منهما بالإضافة.

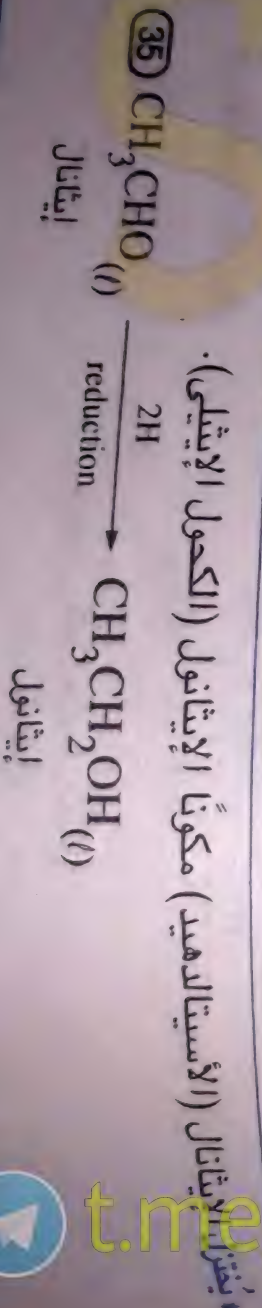
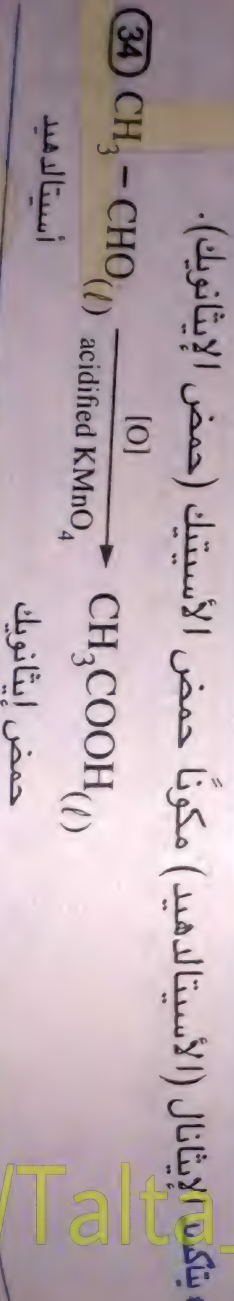
الأحماض الهالوجينية بالإضافة.



• **شفط الإيثانين مع الماء بالإضافة في وجود عوامل حفز عند  $60^{\circ}\text{C}$  مكونًا الأستالدهيد (الإيثانال).**



المسيرة الحرفية



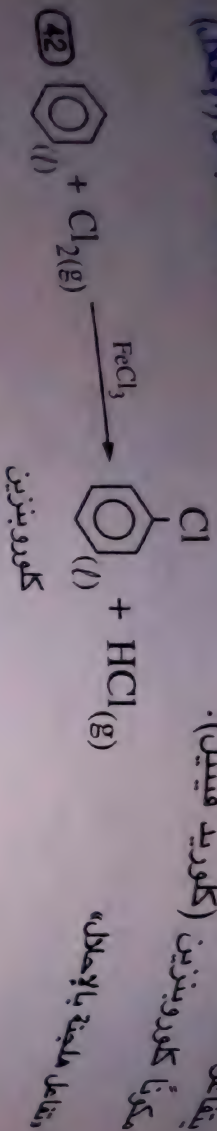




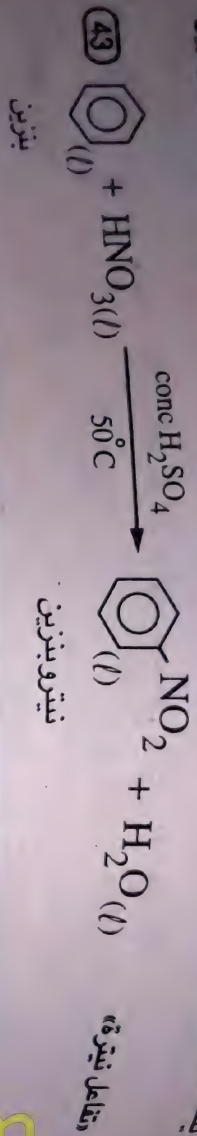


### مراجعة عامة

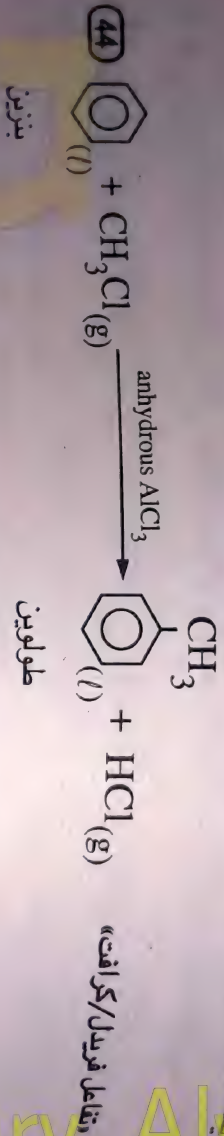
الكور في وجود كلوريد الحديد (III) كعامل حفاز بالاستبدال (الإحلال) يتفاعل البنزين مع الكلور في وجود كلوريد الحديد (III) كعامل حفاز بالاستبدال (الإحلال) مكونًا كلوربنزين (كلوريد فينيل).



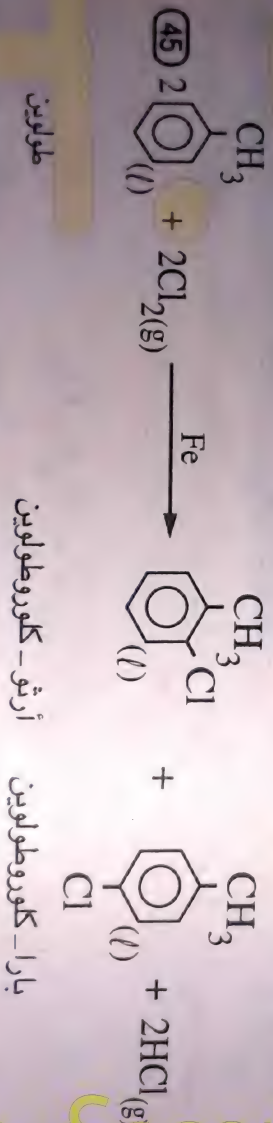
يتفاعل البنزين مع حمض النيتريك المركز في وجود حمض الكبريتيك المركز مكونًا النيتروبنزين.



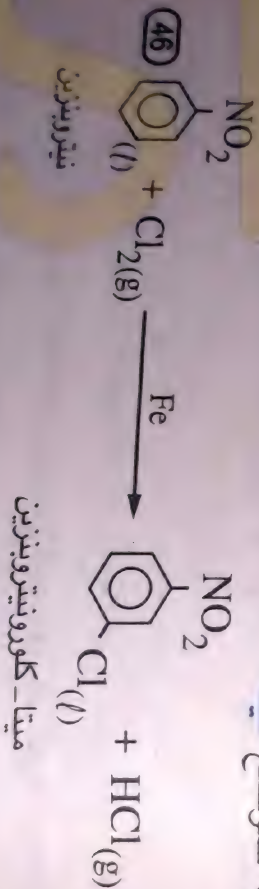
يتفاعل البنزين مع هاليدات الألكيل - في وجود مادة حفازة - مكونًا ألكيل بنزين.



مجموعة الميثيل موجهة للموضعين أرثو وبارا.

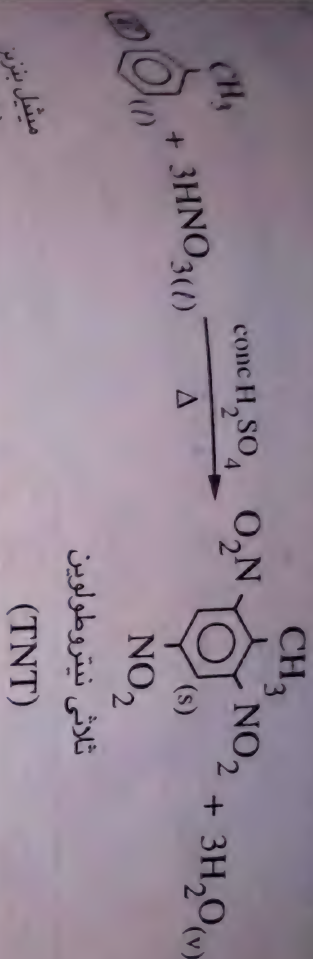


مجموعة النيترو موجهة للموضع ميتا.



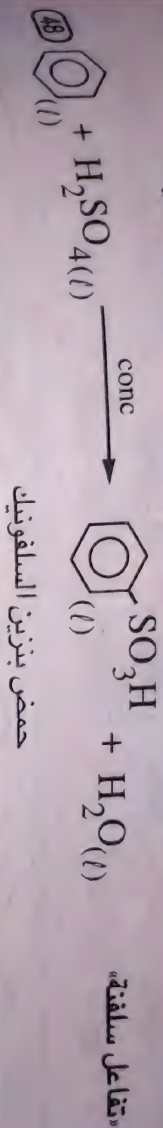


\* تتكون مادة ثلاثي نيتروطولوين (TNT) من نيترة الطولوين.



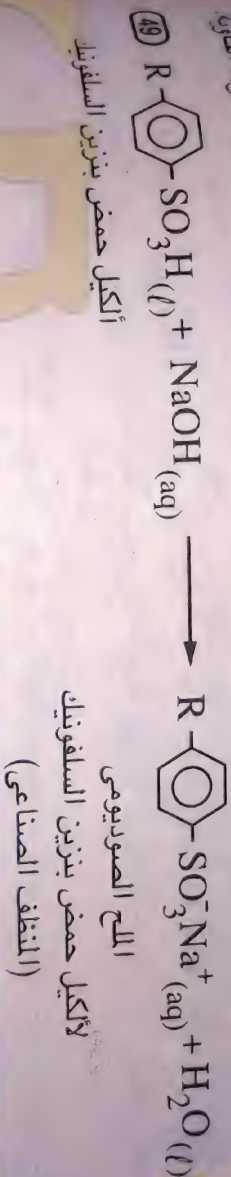
ميثيل بنزين  
(طولوين)

\* يتفاعل البنزين مع حمض الكبريتيك المركز مكوناً حمض بنزين السلفونيك.



بنزين

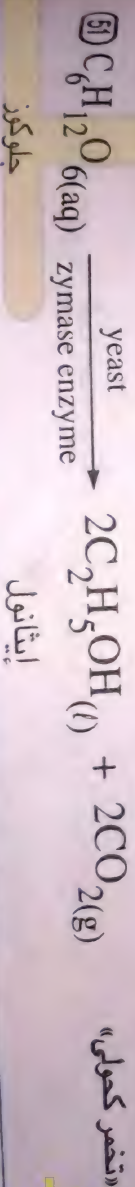
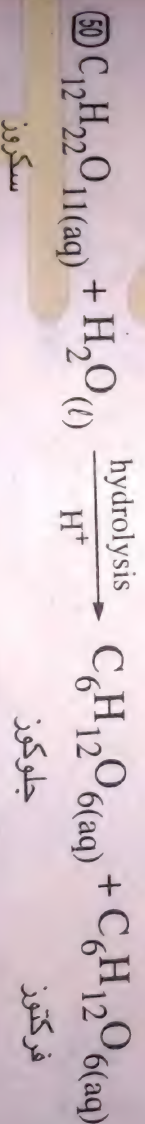
\* تقوم صناعة المنظفات الصناعية على معالجة مركبات حمض السلفونيك الأروماتية بالصورة الكاربية.



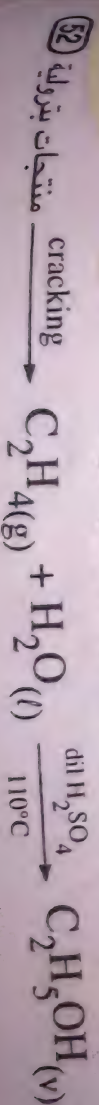
ألكيل حمض بنزين السلفونيك

### تحضير الكحول الإيثيلي (الإيثانول) في الصناعة

\* يُحضّر الإيثانول بإضافة الخميرة (إنزيم الزيميز) إلى المولاس (السكرور) ويتم التفاعل على خطوتين، هما :

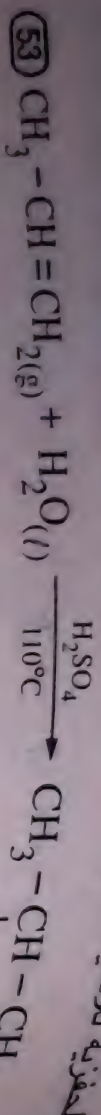


\* يُحضّر الإيثانول بالهيدرة الحفزية للإيثين الناتج من تكسير المواد البترولية كبيرة السلسلة في وجود حمض الكبريتيك المخفف أو حمض الفوسفوريك كموامل حفازة وهي الطريقة الثانية لتحضير الإيثانول، لذا يعتبر الإيثانول من البتروكيماويات.





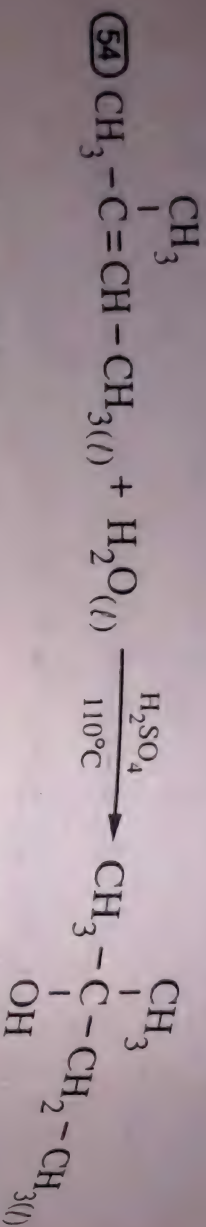
كحولات ثانوية أو ثالثية.



المادة الحفزية للألكينات

بردين

2- بروبانول (كحول ثانوي)

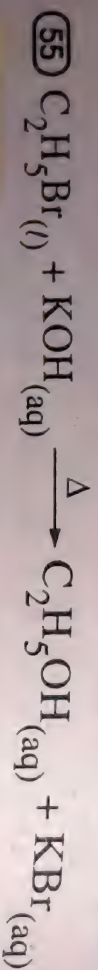


2- ميثيل - 2 - بيوتين

2- ميثيل - 2 - بيوتانول (كحول ثالثي)

### الطريقة العامة لتحضير الكحولات

تُحضّر الكحولات بتسخين هاليدات الألكيل مع المحاليل المائية للقلويات القوية.

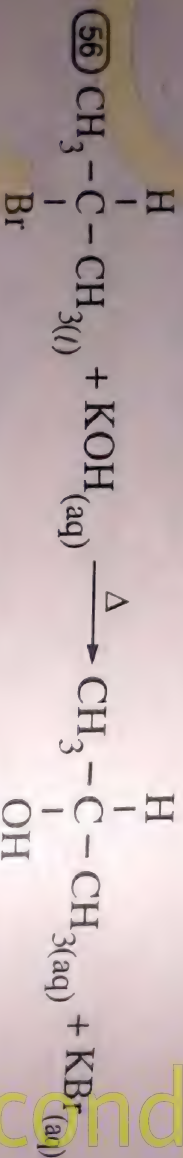


بروميديان

إيثانول

(بروميدي الإيثيل)

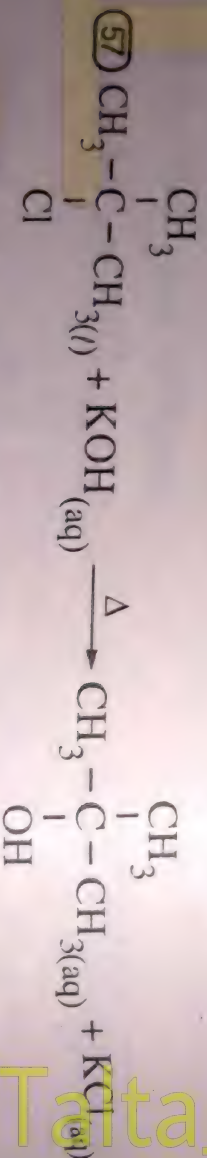
(كحول أولي)



2- بروموبروبان

2- بروبانول

(كحول ثانوي)



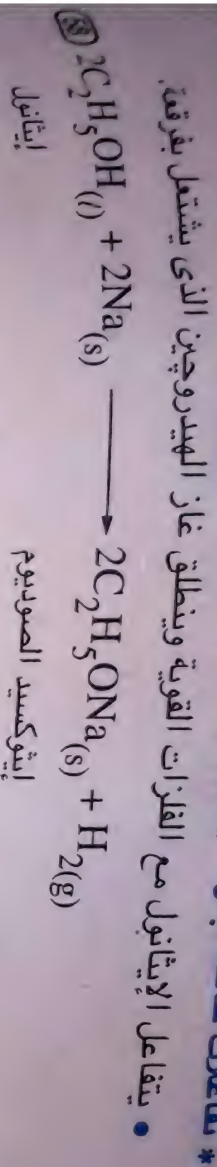
2- كلورو - 2- ميثيل بروبان

2- ميثيل - 2- بروبانول  
(كحول ثالثي)



### النواص الكيميائية للكحولات

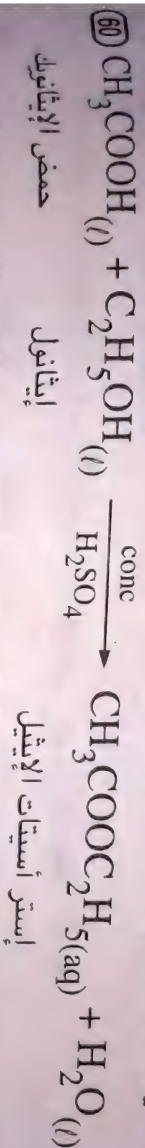
\* تفاعلات خاصة بذرة هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل (حامضية الكحولات):



• يتحلل إيثوكسيد الصوديوم مائياً مكوناً الإيثانول وهيدروكسيد الصوديوم.

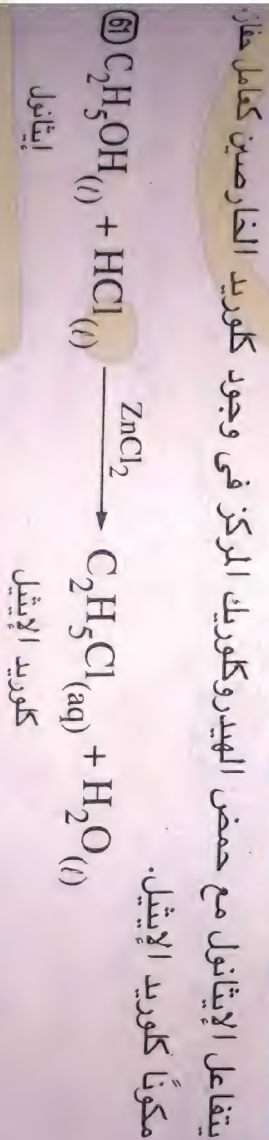


• يتفاعل الإيثانول مع حمض الإيثانويك مكوناً إستر أسيتات الإيثيل وماء.



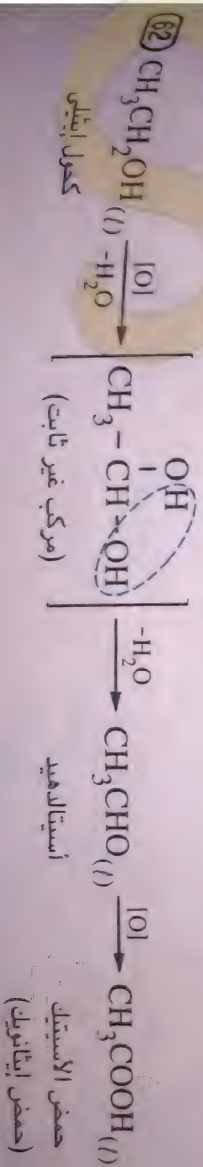
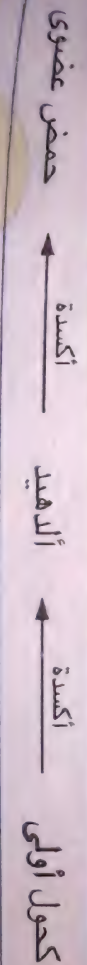
يتم التفاعل في وجود حمض الكبريتيك المركز لنزع الماء (منع التفاعل العكسي) حتى يستمر تكوين الإستر.

\* تفاعلات خاصة بمجموعة الهيدروكسيل:



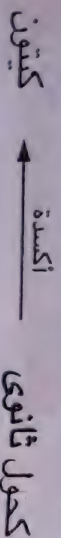
\* تفاعلات خاصة بمجموعة الكاربينول:

• تتأكسد الكحولات الأولية على خطوتين نظراً، لاتصال مجموعة الكاربينول فيها بذرتي هيدروجين.

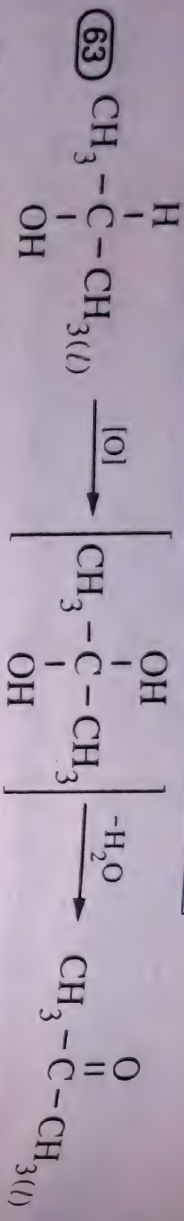




تتأكسد الكحولات الثانوية في خطوة واحدة نظراً، لاتصال مجموعة الكاربينول فيها بذرة



• تتأكسد هيدروكربون واحدة.



(كحول أيزوبروبيل (2-بروبانول)

(مركب غير ثابت)

أستون (بروبانون)

كله :

\* تفاعلات خاصة بجزء الكحول كله :

يتفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز ويتوقف ناتج التفاعل على عدد جزيئات الكحول

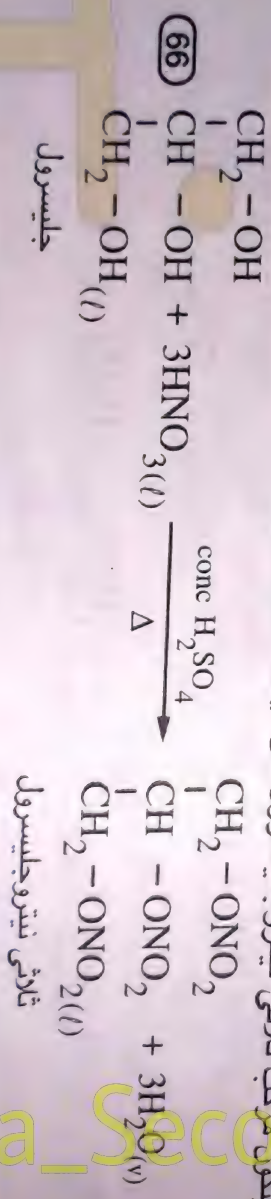
التفاعلة ودرجة الحرارة، فعند :  
 •  $140^\circ\text{C}$  يتنزع جزيء ماء من كل جزيئين من الكحول، ليتكون جزيء من إثير ثنائى الإيثيل.  

$$2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[140^\circ\text{C}]{\text{conc H}_2\text{SO}_4} \text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$$
 إيثانول إثير ثنائى الإيثيل

•  $180^\circ\text{C}$  يتنزع جزيء ماء من كل جزيء كحول، ليتكون جزيء من الإيثين.  

$$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[180^\circ\text{C}]{\text{conc H}_2\text{SO}_4} \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$$
 إيثانول إيثين

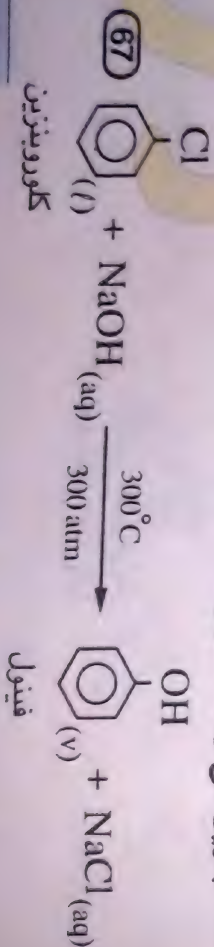
\* يتكون مركب ثلاثى نيتروجليسرول من نيترة الجليسرول.



تنفخ الفينول (حمض الكربوايك)

\* يحضر الفينول بإحدى الطريقتين الآتيتين :

- التطهير التجزئى لقطران الفحم.
- التحلل المائى لهاليدات البنزين فى وسط قلوئى.

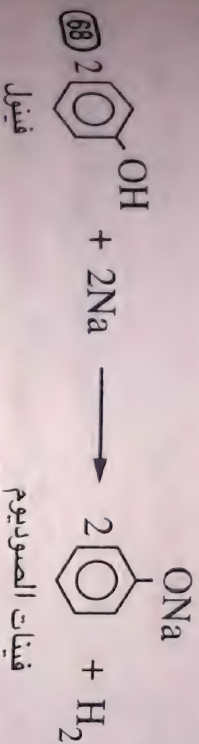




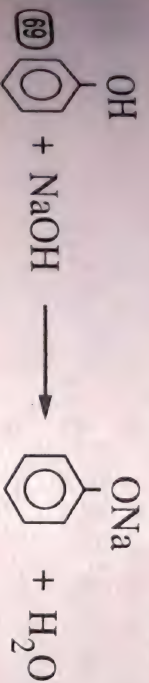
## الخواص الكيميائية للفينول

- \* الفينول (حمض الكربليك) أكثر حامضية من الإيثانول، لأن حلقة البنزين في الفينول تزيد من طول الرابطة (O-H) وتضعفها، وبالتالي يسهل انفصال أيون الهيدروجين.

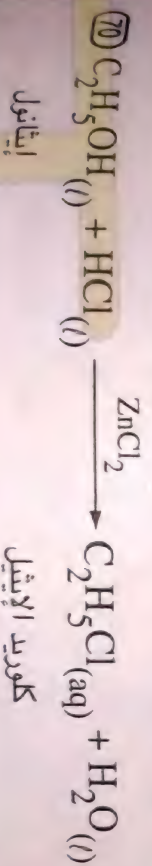
\* يتفاعل الفينول مع الصوديوم مكوناً فينات الصوديوم (فينوكسيد الصوديوم) وغاز الهيدروجين.



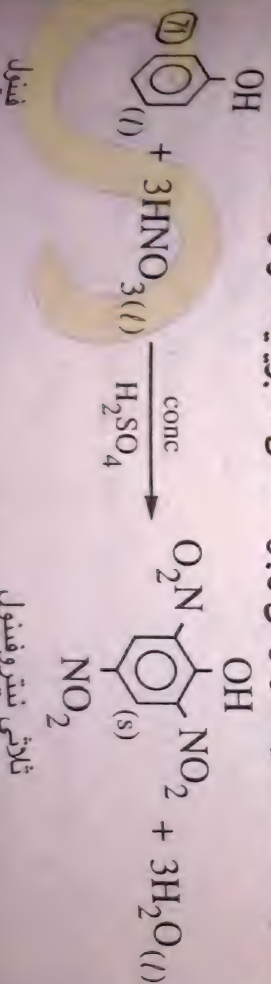
\* يتفاعل الفينول مع هيدروكسيد الصوديوم مكوناً فينات الصوديوم وماء.



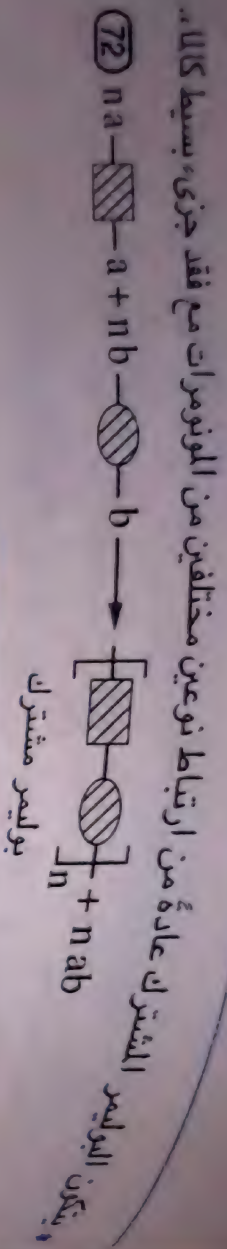
\* يتفاعل الإيثانول مع الأحماض المhalوجينية (حمض الهيدروكلوريك)، بينما لا يتفاعل الفينول مع، لسهولة نزع مجموعة الهيدروكسيل من الكحولات وصعوبة نزعها من الفينولات وذلك لأن اتصال مجموعة الهيدروكسيل بحلقة البنزين في الفينول يؤدي إلى قصر الرابطة بين ذرة كربون الحلقة وذرة أكسجين مجموعة الهيدروكسيل، مما يزيد من قوتها وبالتالي يصعب نزع مجموعة الهيدروكسيل من الفينولات.



\* يتفاعل الفينول مع حمض النيتريك المركز في وجود حمض الكبريتيك المركز مكوناً حمض البكريك

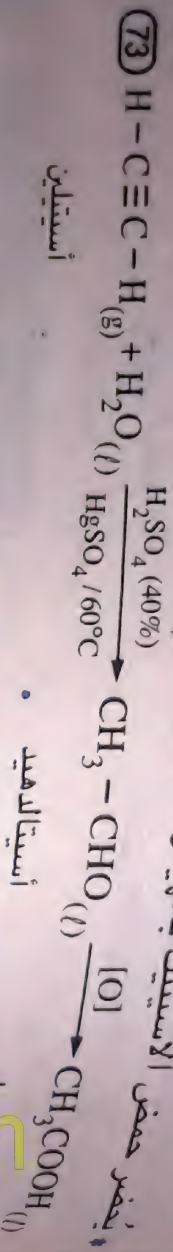






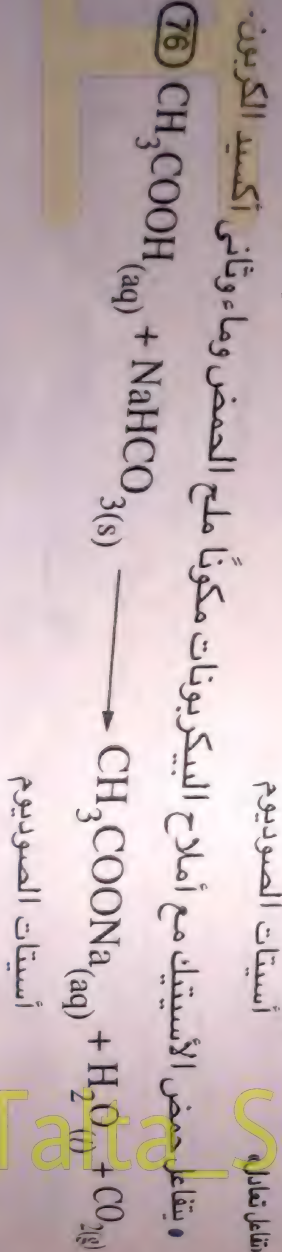
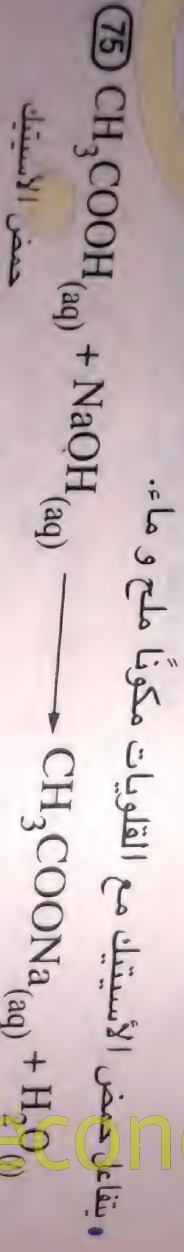
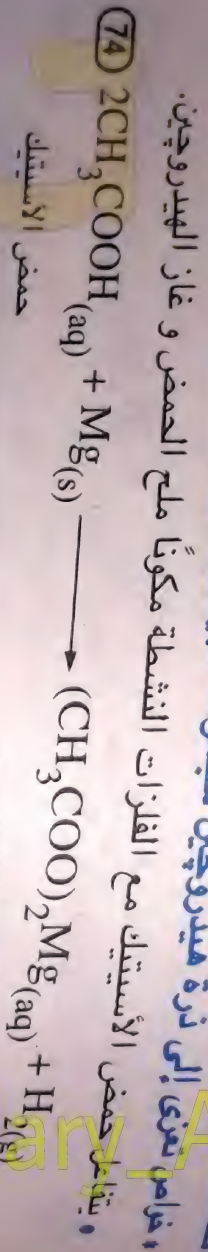
### تفسير حمض الأسيتيك (البثانويك) في الصناعة

الأسيتيك (الخل) في مصر بأكسدة المحاليل الكحولية المخففة بواسطة بخار حمض الأسيتيك (الخل) في وجود بكتيريا الخل وتعرف هذه الطريقة بالطريقة الحيوية. أكسجين الهواء الجوي في وجود بكتيريا الخل وتعرف هذه الطريقة بالطريقة الحيوية.

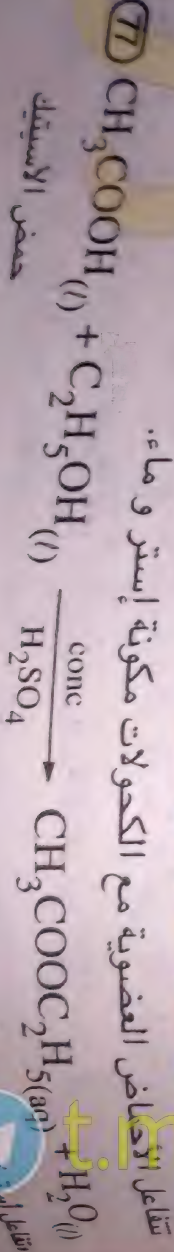


### النواحي الكيميائية للأحماض العضوية الأليفاتية

خواص حمض الأسيتيك (البثانويك) : خواص حمض الأسيتيك (البثانويك) مجموعة الهيدروكسيل (الخاصية الحامضية) :



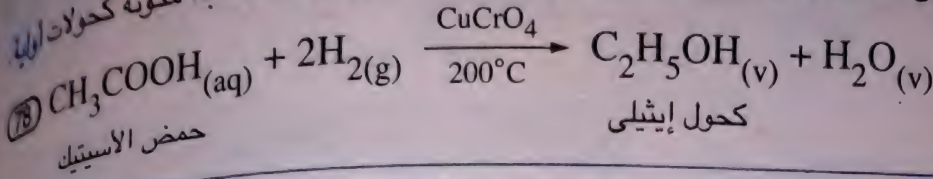
خواص حمض الأسيتيك (البثانويك) : خواص حمض الأسيتيك (البثانويك) مجموعة الهيدروكسيل :



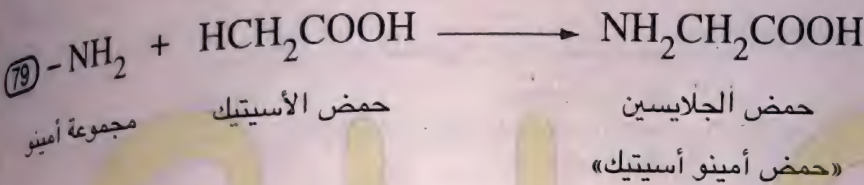


\* خواص تعزى إلى مجموعة الكربوكسيل :

تُختزل الأحماض العضوية بواسطة الهيدروجين في وجود عامل حفاز مناسب، مكونة كحولات أولية.

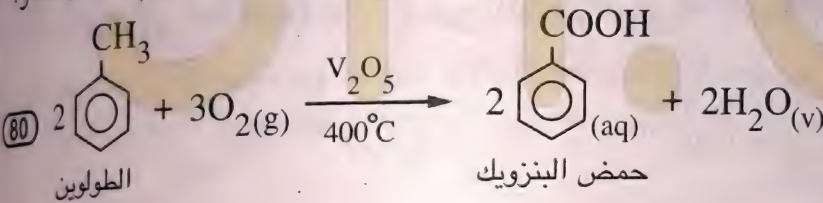


\* يتكون حمض الجلايسين من إحلال مجموعة أمينو محل ذرة هيدروجين من مجموعة الألكيل الموجودة في جزيء حمض الأسيتيك.



### تحضير حمض البنزويك فى الصناعة

\* يُحضّر حمض البنزويك بأكسدة الطولوين فى وجود خامس أكسيد الفاناديوم كعامل حفاز.

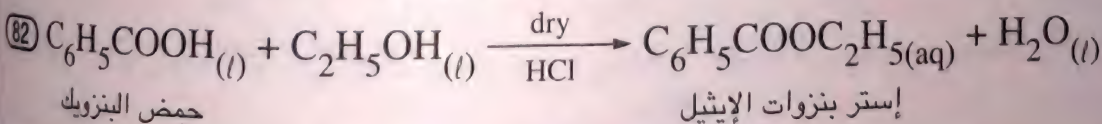


### الخواص الكيميائية للأحماض العضوية الأروماتية

\* يتفاعل حمض البنزويك مع القلويات القوية مكوناً ملح الحمض و ماء.



\* يتفاعل حمض البنزويك مع الكحولات مكوناً إستر و ماء.



\* لا يستخدم حمض الكبريتيك المركز كمادة نازعة للماء فى تفاعل حمض البنزويك مع

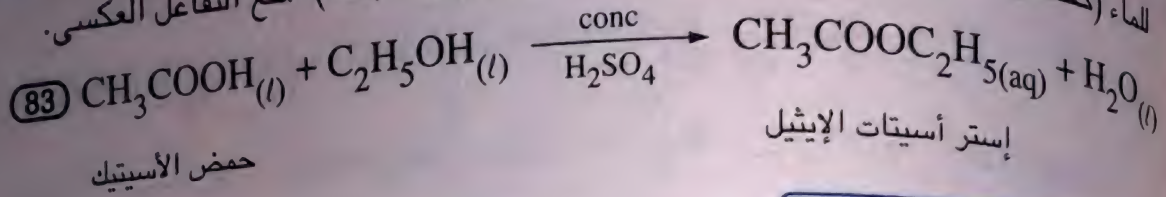
الكحول الإيثيلي، لأن المادة النازعة للماء، لا ينبغى أن تتفاعل مع المتفاعلات فى حين أن حمض

الكبريتيك المركز يتفاعل مع حلقة بنزين حمض البنزويك بالاستبدال (تفاعل سلفنة).



## تحضير إستر أسيتات الإيثيل فى الصناعة

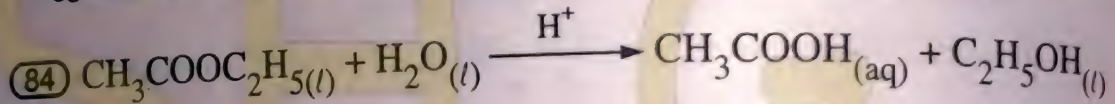
يُحضّر إستر أسيتات الإيثيل بتفاعل حمض الأسيتيك مع الكحول الإيثيلي فى وجود مادة نازعة للماء (كحمض الكبريتيك المركز أو غاز كلوريد الهيدروجين الجاف)، لمنع التفاعل العكسى.



## الخواص الكيميائية للإسترات

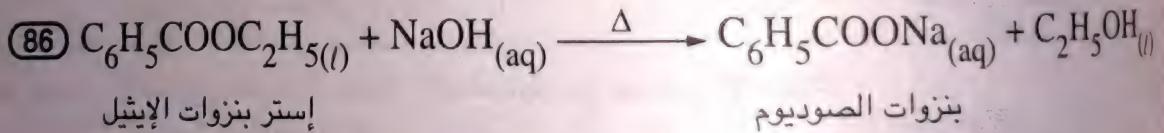
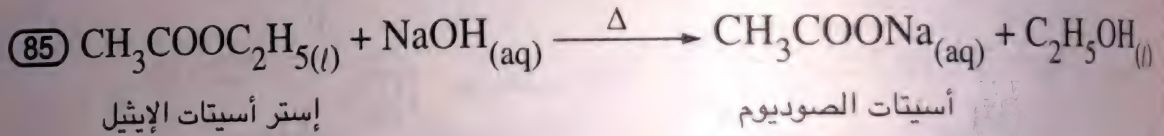
• التحلل المائى للإسترات فى :  
• وسط حامضى :

تتحلل الإسترات مائياً فى وجود وسط حامضى  $[\text{H}^+]$  مكونة حمض عضوى و كحول.



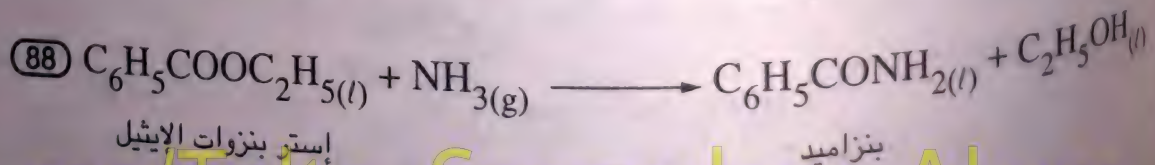
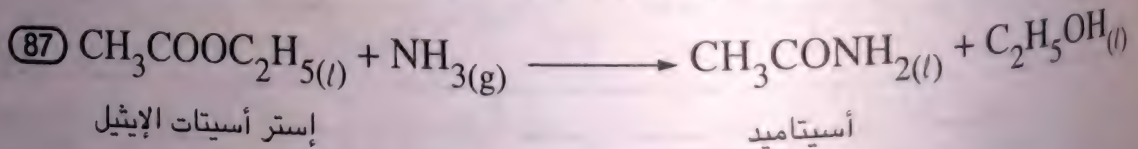
• وسط قاعدى :

تتحلل الإسترات مائياً فى وجود وسط قلوئى مع التسخين مكونة ملح الحمض و كحول.

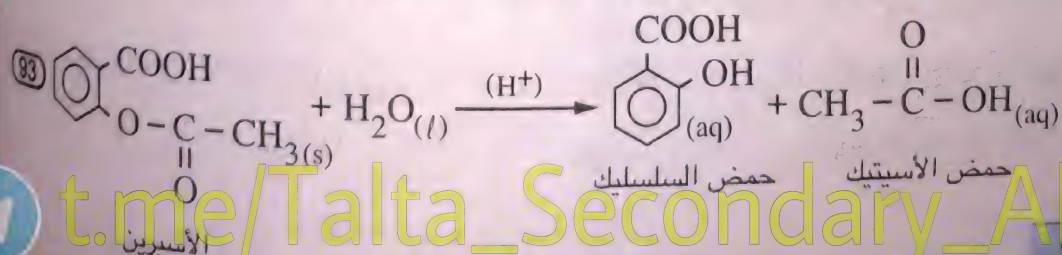
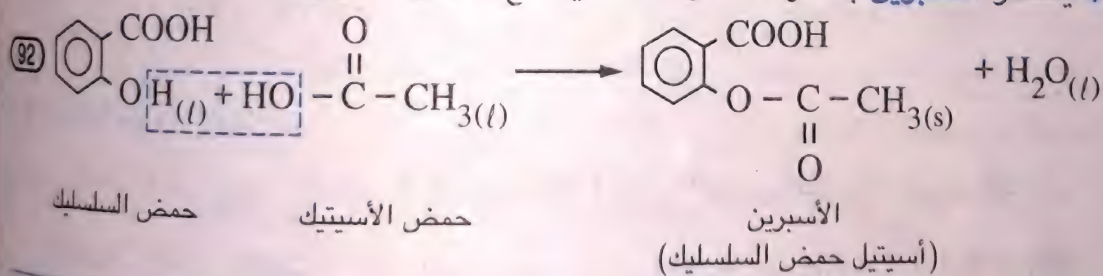
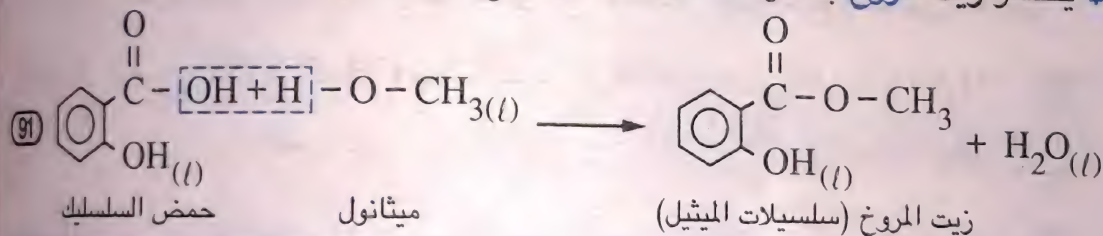
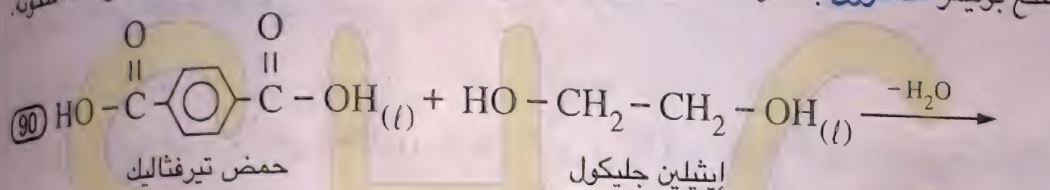
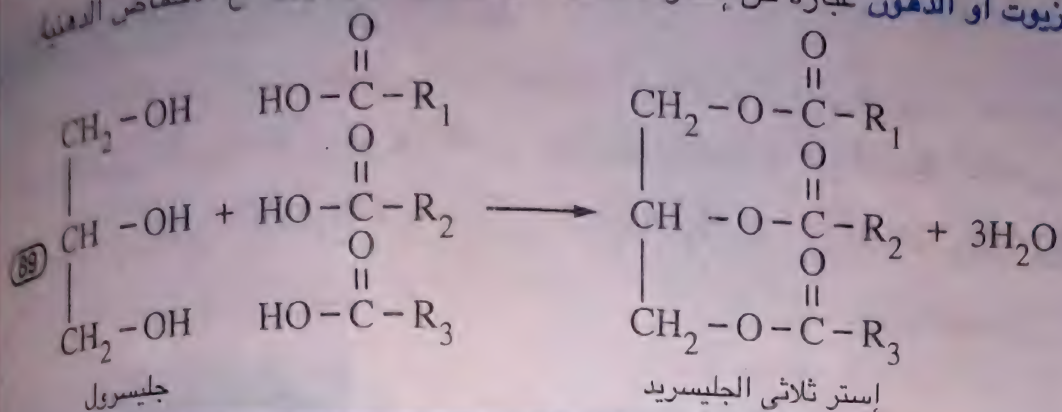


• التحلل النشادرى للإسترات :

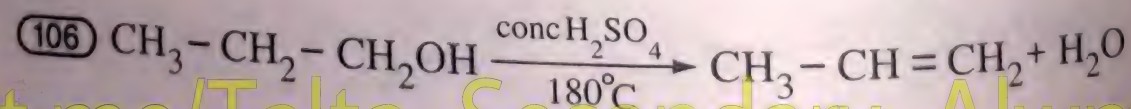
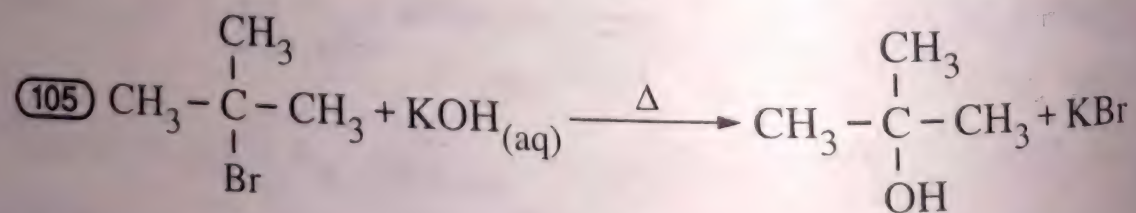
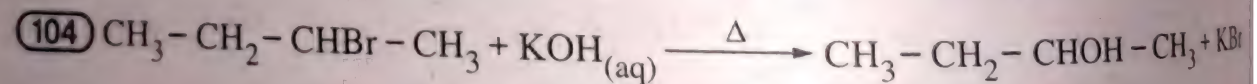
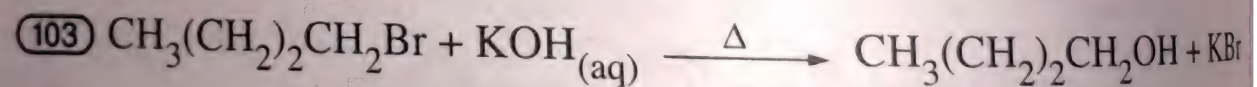
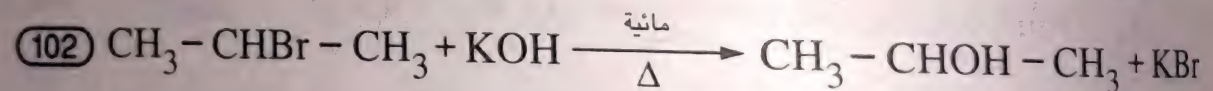
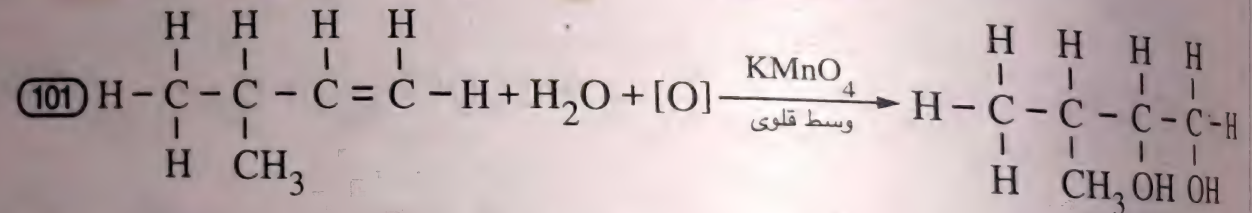
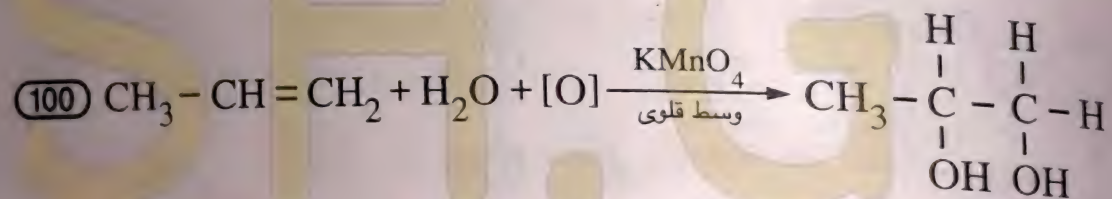
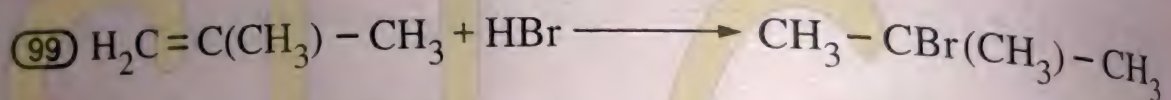
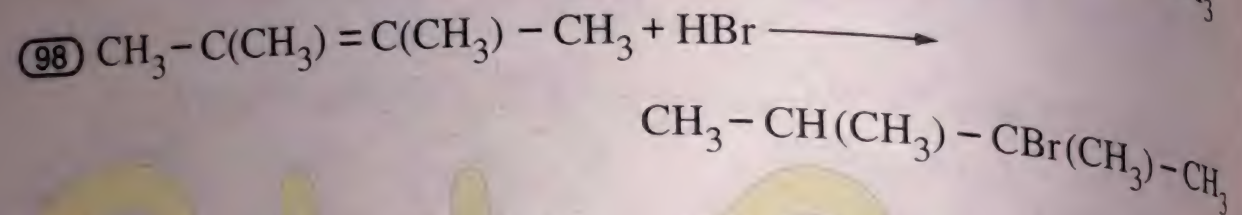
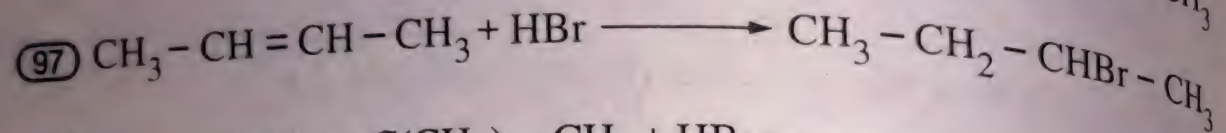
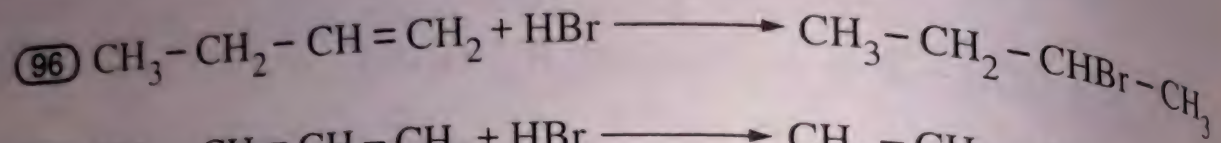
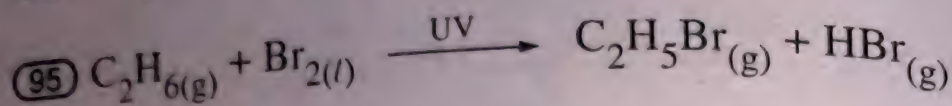
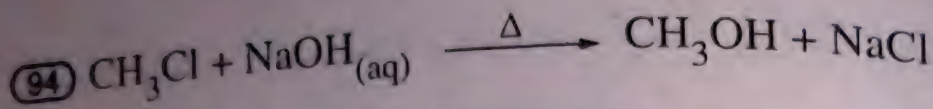
تتحلل الإسترات فى وجود النشادر (الأمونيا) مكونة أميد الحمض الكربوكسىلى و الكحول.



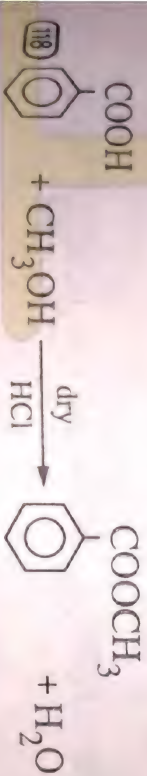
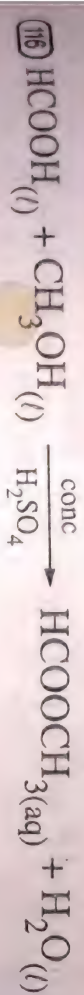
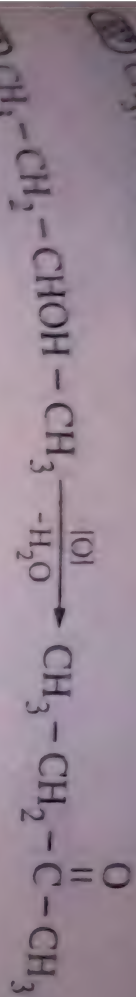
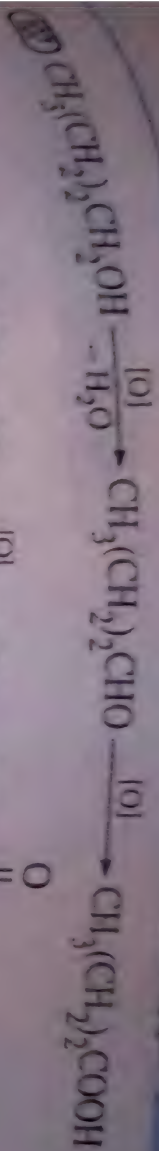




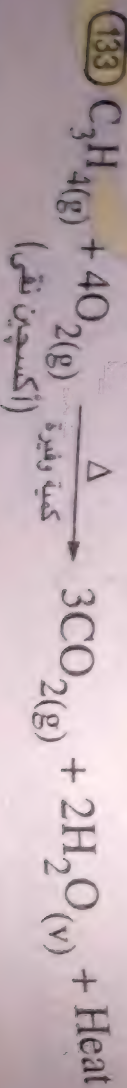
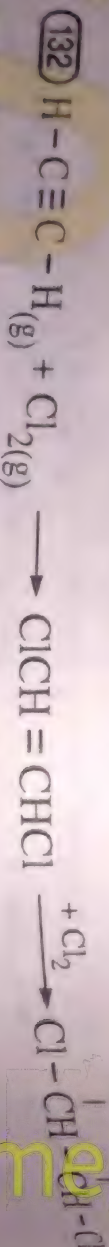
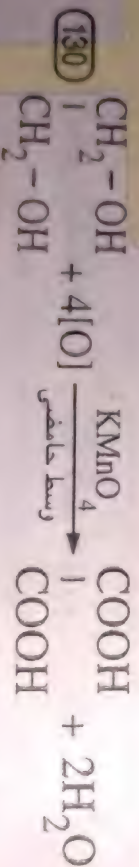
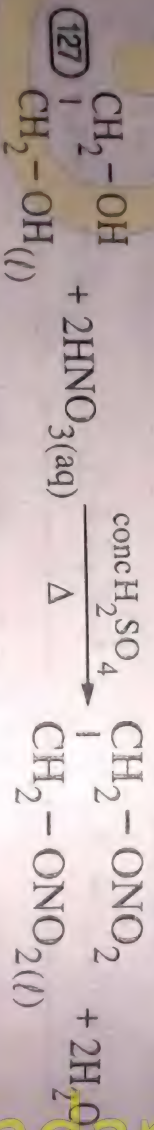
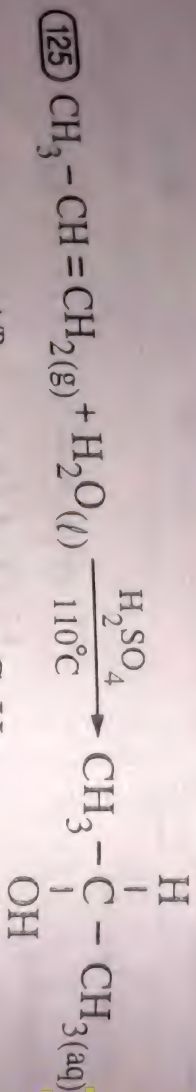
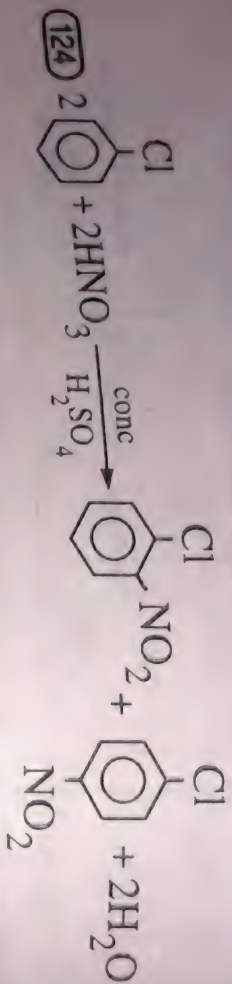
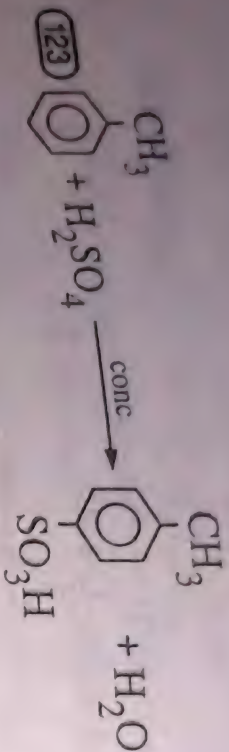
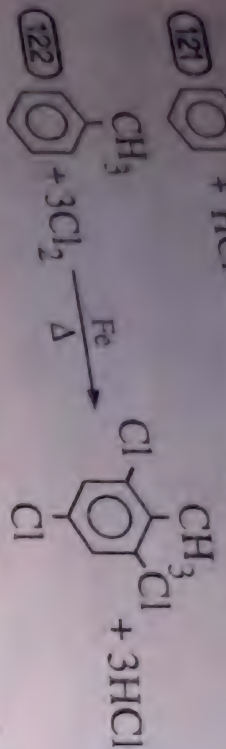
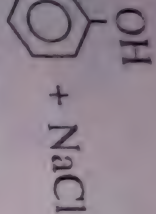














## مقارنات و جداول

٤

## ١ المركبات العضوية و المركبات غير العضوية

المركبات غير العضوية	المركبات العضوية	وجه المقارنة
تحتوى على عناصر متعددة وقد يكون منها عنصر الكربون	تحتوى على عنصر الكربون بشكل أساسى	التركيب الكيميائى
تذوب فى الماء غالباً	لا تذوب فى الماء غالباً، وتذوب فى المذيبات العضوية مثل البنزين	الذوبان
مرتفعة	منخفضة	درجتي الانصهار والفلان
عديمة الرائحة غالباً	لها روائح مميزة غالباً	الرائحة
معظمها غير قابل للاشتعال وما يشتعل منها يُنتج غازات مختلفة	تشتعل وينتج دائماً $H_2O$ , $CO_2$	قابلية الاشتعال
قد تكون روابط أيونية أو تساهمية	روابط تساهمية	أنواع الروابط فى الجزيء
بعضها مواد إلكتروليزية توصل التيار الكهربى، لقدرتها على التأين	مواد لا إلكتروليزية غالباً لا توصل التيار الكهربى، لعدم قدرتها على التأين	التوصيل الكهربى
سريعة لأنها تتم بين أيونات غالباً	بطيئة لأنها تتم بين جزيئات	سرعة (معدل) التفاعلات
لا توجد غالباً	تتميز معظمها بقدرتها على تكوين بوليمرات	البلمرة أو التجمع
لا توجد غالباً بين جزيئات مركباتها هذه الخاصة	توجد فى كثير من المركبات	المشابهة الجزيئية (الايروميرزم)



## ٢ أقسام المركبات العضوية و المجموعات الوظيفية المميزة لها

القسم	المجموعة الوظيفية (الفعالة)	الصيغة العامة	مثال
الكحولات	الهيدروكسيل الكحولية (-OH)	R-OH	الكحول الإيثيلي (الإيثانول) $C_2H_5OH$
الفينولات	الهيدروكسيل الفينولية (-OH)	Ar-OH	الفينول (حمض الكربوليك) $C_6H_5OH$
الإثيرات	المجموعة الإثيرية (-O-)	R-O-R	إثير ثنائي الميثيل $CH_3OCH_3$
الآلهيدات	الفورميل (الآلهيد) $\begin{array}{c} O \\    \\ (-C-H) \end{array}$	R-CHO	الأسيتالدهيد (إيثانال) $CH_3CHO$
الكيتونات	الكربونيل (الكيتون) $\begin{array}{c} O \\    \\ (-C-) \end{array}$	R-CO-R	الأسيتون (بروبانون) $CH_3COCH_3$
الأحماض العضوية	الكربوكسيل $\begin{array}{c} O \\    \\ (-C-OH) \end{array}$	R-COOH	حمض الأسيتيك (حمض الإيثانويك) $CH_3COOH$
الإسترات	الإستر $\begin{array}{c} O \\    \\ (-C-O-) \end{array}$	R-COO-R	إستر أسيتات الإيثيل $CH_3COOC_2H_5$
الأمينات	الأمين (الأمينو) (-NH <sub>2</sub> )	R-NH <sub>2</sub>	إيثيل أمين حمض أمينو أسيتيك $C_2H_5NH_2$ $NH_2CH_2COOH$
الأميدات	$\begin{array}{c} O \\    \\ (C-NH_2) \end{array}$	R-C(=O)-NH <sub>2</sub>	أسيتاميد بنزاميد $CH_3CONH_2$ $C_6H_5CONH_2$

[t.me/Talta\\_Secondary\\_Alwm](https://t.me/Talta_Secondary_Alwm)



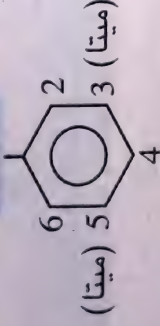
## المجموعات الموجهة

\* إذا اتصلت حلقة البنزين بأحد المجموعات الموجهة التالية :

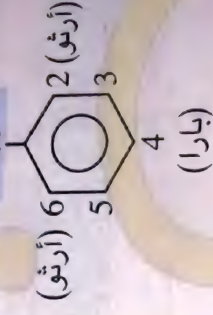
- الكربونيل (-CO-) • الأدميد (-CHO)
- الكربوكسيل (-COOH) • النيترو (-NO<sub>2</sub>)
- «لاحظ أن جميعها تحتوي على الرابطة (=O)»

فإن تفاعلات الإحلال تتم في الموضع ميتا

المجموعة الموجهة



المجموعة الموجهة

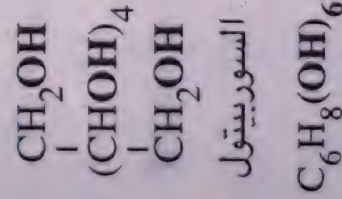


- الهيدروكسيل (-OH) • الأكيل (R-)
- الأمينو (-NH<sub>2</sub>) • الهالوجين (-X)

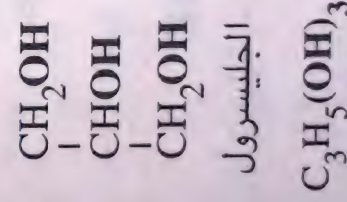
فإن تفاعلات الإحلال تتم في الموضعين أرثو ، بارا

## تصنيف الكحولات حسب عدد مجموعات الهيدروكسيل في كل جزيء

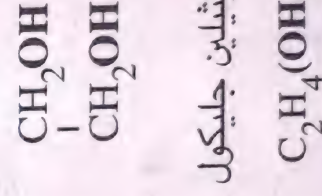
كحولات عديدة الهيدروكسيل



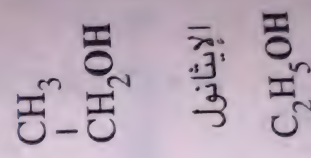
كحولات ثلاثية الهيدروكسيل



كحولات ثنائية الهيدروكسيل



كحولات أحادية الهيدروكسيل



الجليكولات هي مركبات تحتوي على مجموعتي هيدروكسيل مرتبطتين بذرتي كربون متجاورتين.



## ٦ درجات ذرات الكربون

\* تصنف ذرات الكربون في أي مركب عضوي حسب عدد ذرات الكربون الأخرى المتصلة بها، إلى:

نرة كربون أولية 1°	نرة كربون ثانوية 2°	نرة كربون ثالثة 3°	نرة كربون رابعة 4°
$\begin{array}{c} \text{C}^1 \\   \\ \text{C}-\text{C} \\   \\ \text{C} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{C}^2 \\   \\ \text{C}-\text{C}-\text{C} \\   \quad   \\ \text{C} \quad \text{C} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{C}^3 \\   \\ \text{C}-\text{C}-\text{C} \\   \quad   \\ \text{C} \quad \text{C} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{C}^4 \\   \\ \text{C}-\text{C}-\text{C} \\   \quad   \quad   \\ \text{C} \quad \text{C} \quad \text{C} \end{array}$
تتصل نرة الكربون الأولية بذرة كربون واحدة فقط	تتصل نرة الكربون الثانوية بذرتي كربون أخرتين	تتصل نرة الكربون الثالثة بثلاث ذرات كربون	تتصل نرة الكربون الرابعة بأربعة ذرات كربون

٧ تصنيف الكحولات أحادية الهيدروكسيل حسب ارتباط مجموعة الكاربينول بمجموعات الألكيل وذرات الهيدروجين

\* الكاربينول هي نرة الكربون المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل  $\text{C}-\text{OH}$

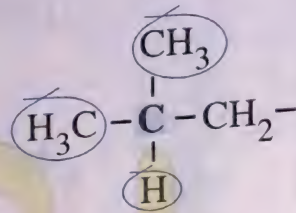
كحولات أولية	كحولات ثالثة	كحولات ثانوية
<p>ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بذرة كربون واحدة وذرتي هيدروجين (تتصل فيها مجموعة الهيدروكسيل بذرة كربون أولية)</p> $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$ <p>«إيثانول» كحول إيثيلي</p>	<p>ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بثلاث ذرات كربون (تتصل فيها مجموعة الهيدروكسيل بذرة كربون ثالثة)</p> $\begin{array}{c} \text{R} \\   \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{R} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>2- ميثيل 2- بروبيل «كحول بيوتيلي ثالثي»</p>	<p>ترتبط فيها مجموعة الكاربينول بذرتي كربون وذرة هيدروجين واحدة (تتصل فيها مجموعة الهيدروكسيل بذرة كربون ثانوية)</p> $\begin{array}{c} \text{R} \\   \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$ <p>2- بروبانول «كحول بروبيلي ثانوي» «كحول أيزوبروبيلي»</p>



## ٨ الفرق بين الكحول الثانوى و الكحول الأيزوالكيل

## مجموعات الأيزوالكيل

مجموعة الألكيل التى تحتوى على ذرة كربون مرتبطة بذرة هيدروجين واحدة ومجموعتى ميثيل ( $-\text{CH}_3$ )

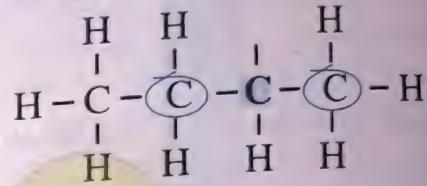


مجموعة أيزوبيوتيل

## تطبيق

## مجموعات الألكيل الثانوية

مجموعة الألكيل التى تحتوى على ذرة كربون مرتبطة بذرة هيدروجين واحدة وذرتى كربون أخرتين.

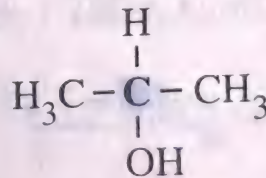


مجموعة بيوتيل ثانوية

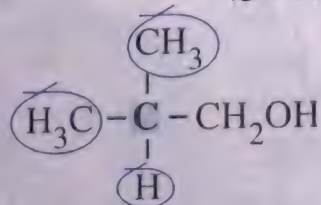
## الكحولات الأيزوالكيل

الكحولات التى تحتوى على ذرة كربون مرتبطة بذرة هيدروجين واحدة ومجموعتى ميثيل ( $-\text{CH}_3$ ).

## تطبيقات



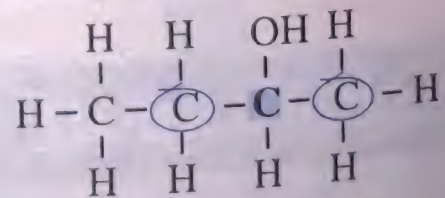
كحول بروبيلى ثانوى (كحول أيزوبروبيلي)



كحول أيزوبيوتيلي  
2- ميثيل -1- بروبانول  
«كحول أولى»

## الكحولات الثانوية

الكحولات التى ترتبط ذرة كربون مجموعة الكاربينول فيها بذرة هيدروجين واحدة وذرتى كربون أخرتين.



كحول بيوتيلي ثانوى  
2- بيوتانول  
«كحول ثانوى»



## ٩ بعض الأحماض الكربوكسيلية ومصادرها وأسمائها

الصفة	اسم الحمض تبعاً لمصدره	الألكان المقابل	اسم الحمض تبعاً للأيونات
HCOOH	حمض الفورميك (Formica) النمل (Ant)	الميثان	حمض ميثانويك
CH <sub>3</sub> COOH	حمض الأسيتيك (Acetum) الخل (Vinegar)	الإيثان	حمض إيثانويك
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH	حمض البيوتريك (Butyrum) الزبدة (Butter)	بيوتان	حمض بيوتانويك
C <sub>15</sub> H <sub>31</sub> COOH	حمض البالميتيك (Palma) النخيل (Palm)	هكساديكان (16 ذرة كربون)	حمض هكساديكانويك

ادعيلي دعوه حلوة ان ربنا يحقق  
حلمي عشان والله تعبت في تصويره

**احرص على اقتناء**

كتب **الامتحان** لنماذج الامتحانات

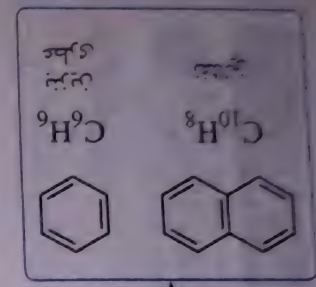
**Open Book بنظام**

**للسانوية العامة**



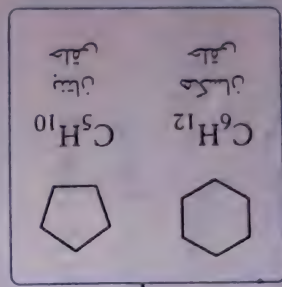
[t.me/Talta\\_Secondary\\_Alwm](https://t.me/Talta_Secondary_Alwm)



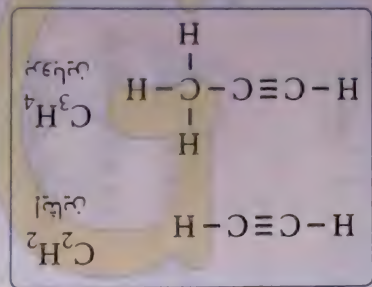


حلقة غير مشبعة

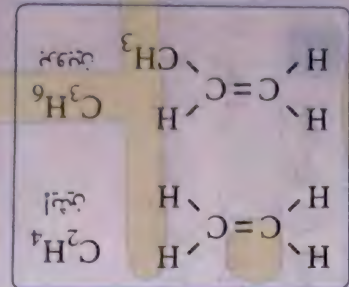
أروماتية



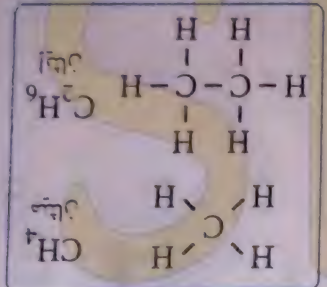
حلقة مشبعة



غير مشبعة



مفتوحة السلسلة



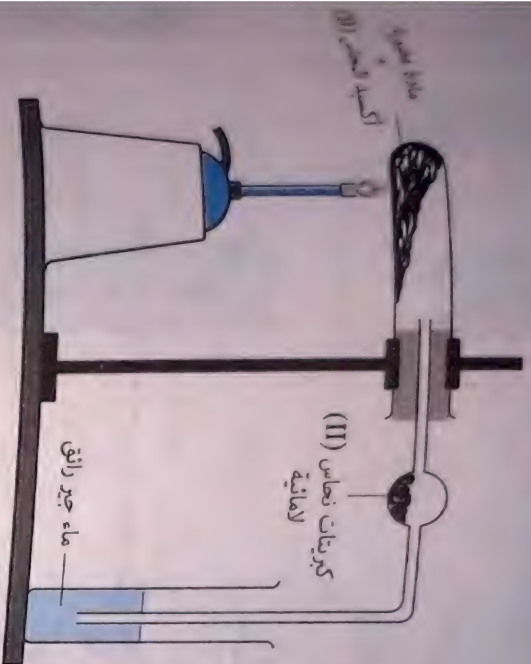
مشبعة





## تجارب علمية

## ٦ تجربة للكشف عن عنصرى الكربون و الهيدروجين فى المركبات العضوية

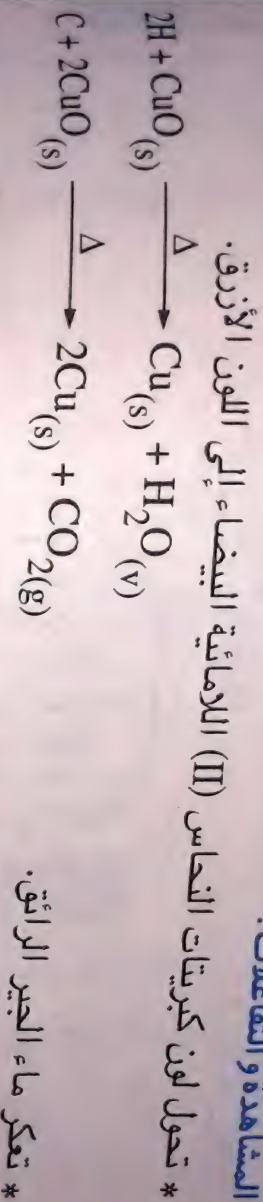


## ❖ الخطوات:

(١) سخن المادة العضوية مع أكسيد النحاس (II)  $\text{CuO}$  فى أنبوبة اختبار.

(٢) مرر الأبخرة والغازات الناتجة على مسحوق كبريتات النحاس (II) اللامائية البيضاء، ثم على ماء الجير الرائق.

## ❖ المشاهدات والتفاعلات:

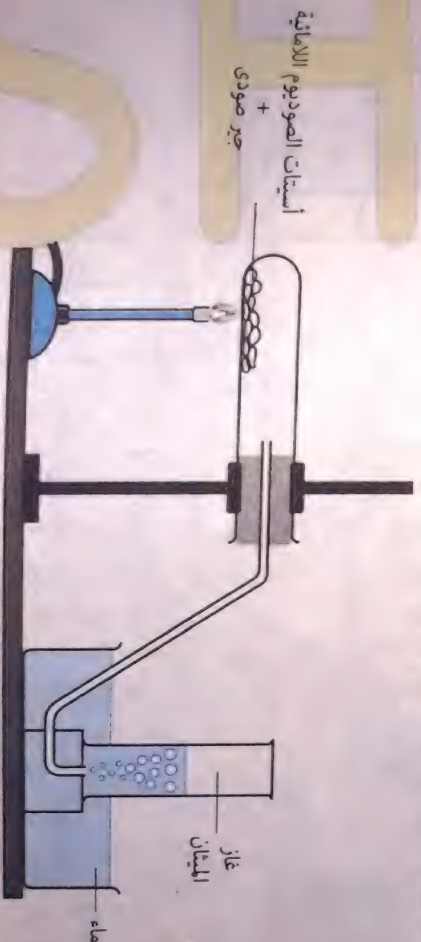


## ❖ الاستنتاج:

تحتوى المركبات العضوية على عنصرى الكربون والهيدروجين بشكل أساسى.

## ٢ تحضير غاز الميثان فى المعمل

\* يُحضّر غاز الميثان فى المعمل بالتقطير الجاف لمح أسيتات الصوديوم اللامائية مع الجير الصودى باستخدام جهاز كالبين بالشكل :





مونومرات الألكينات و مشتقاتها الناتجة بالإضافة و أهم استخداماتها

المونومر	البوليمر	الاسم التجاري	خواصه	استخداماته
إيثين (إيثيلين)	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	بولي إيثيلين (PE)	* لين. * لا يتأثر بالمواد الكيميائية.	* الرقائق والأكياس البلاستيك. * الزجاجات البلاستيك. * الخرطوم.
بروبين (بروبيلين)	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / & & \backslash \\ & \text{C} = \text{C} & - & \text{C} \\ & / & \backslash & / \\ \text{H} & & \text{CH}_3 & & \text{H} \end{array}$	بولي بروبيلين (PP)	* صلب. * قوى.	* السجاد. * المفارش. * الشكاثر البلاستيك. * الملعبات.
كلوروايثين (كلوريد الفايثيل)	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / & & \backslash \\ & \text{C} = \text{C} & - & \text{C} \\ & / & \backslash & / \\ \text{H} & & \text{Cl} & & \text{H} \end{array}$	بولي فاينيل كلوريد (PVC)	* لين. * قوى.	* مواسير الصرف الصحي والري. * الأحذية. * خراطيم المياه. * عوازل الأرضيات. * چراكن الزيوت المعدنية.
رباعي فلوروإيثين	$\begin{array}{c} \text{F} & & \text{F} & & \text{F} \\ & \backslash & / & & \backslash \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{F} & & \text{F} \end{array}$	تفلون	* يتحمل الحرارة. * غير قابل للاتصاق. * عازل للكهرباء. * خامل.	* تبطين أواني الطهي (التيفال). * الخيوط الجراحية.

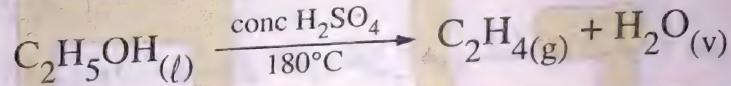
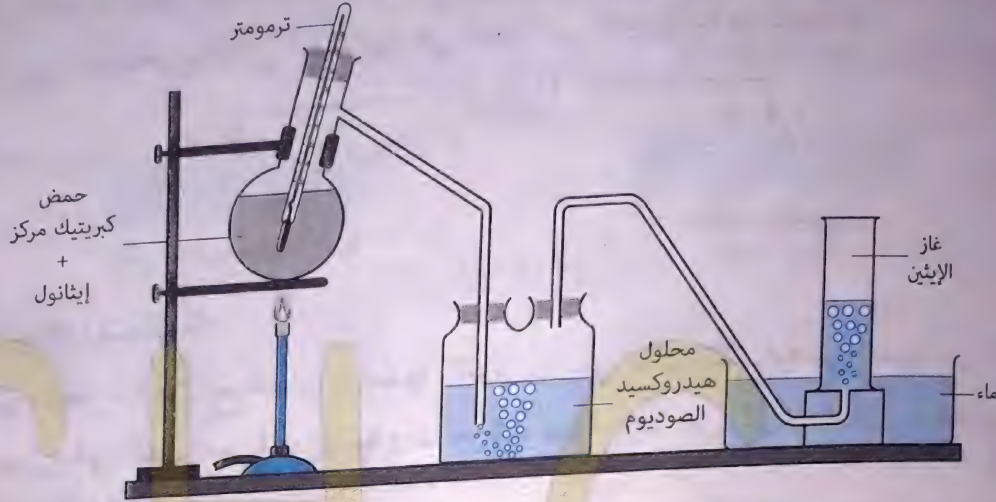
\* يختلف البوليمر عن المونومر المكون له - بطريقة الإضافة - في عدة أوجه مثل :

- الكثافة.
- الصيغة الجزيئية.
- درجة الغليان.
- الكالة المولية.
- في حين نلاحظ في :  
• كل من المواد المستخدمة و المواد الناتجة.



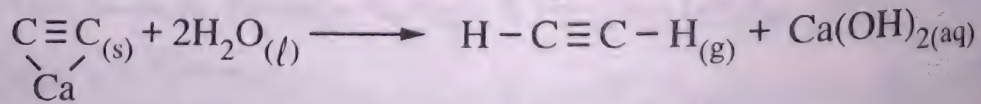
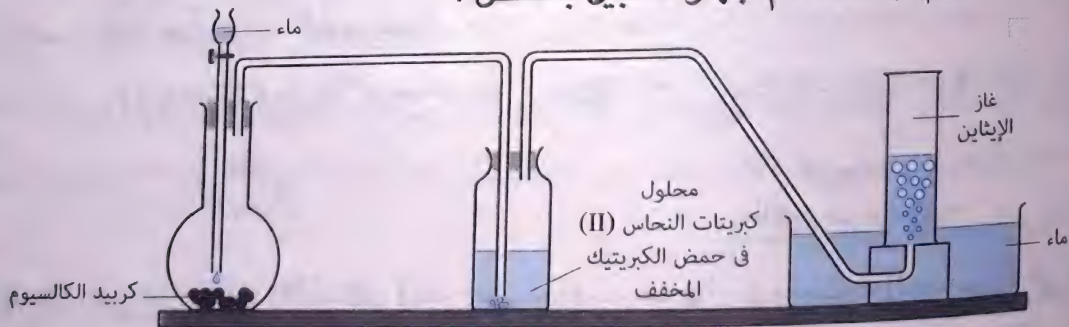
## تحضير غاز الإيثين (الإيثيلين) في المعمل

\* يُحضّر غاز الإيثين في المعمل بنزع الماء من الكحول الإيثيلي بواسطة حمض الكبريتيك المركز الساخن إلى  $180^{\circ}\text{C}$ ، باستخدام جهاز كالمبين بالشكل :



## تحضير غاز الإيثاين (الأسيتيلين) في المعمل

\* يُحضّر غاز الإيثاين في المعمل بتتقيط الماء على كربيد الكالسيوم، ويمرر الغاز الناتج قبل جمعه على محلول كبريتات النحاس (II) في حمض الكبريتيك المخفف لإزالة غاز الفوسفين  $\text{PH}_3$  وغاز كبريتيد الهيدروجين  $\text{H}_2\text{S}$  الناتجين من الشوائب الموجودة في كربيد الكالسيوم، باستخدام جهاز كالمبين بالشكل :



كربيد الكالسيوم

الإيثاين

\* يُجمع كلاً من غاز الإيثين وغاز الإيثاين فوق سطح الماء (بإزاحة الماء لأسفل)، لأن كثافة كلاً منهما أقل من كثافة الماء ولا يذوبا فيه.

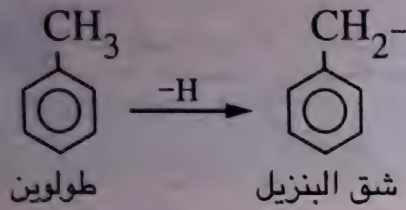


## Y

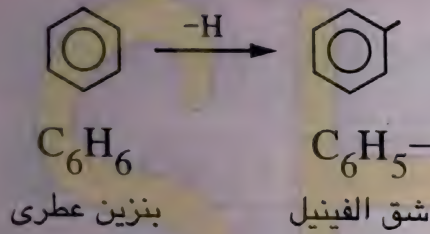


٦ البروبان الحلقى أكثر نشاطاً من البيوتان الحلقى،  
لأن الزاوية بين كل رابطتين في البروبان الحلقى تساوى 60° بينما  
في البيوتان الحلقى تساوى 90°، وكلما صغرت الزاوية كلما كان الارتباط بين ذرات  
الكربون ضعيفاً وزادت درجة النشاط الكيميائي.

٧ السيكلوبنتان والسيكلوهكسان من المركبات المستقرة،  
لأن الزوايا بين الروابط تقترب من 109.5°، وبالتالي يكون التداخل بين الأوربيتالات قوياً،  
مكوناً روابط سيجما القوية صعبة الكسر.

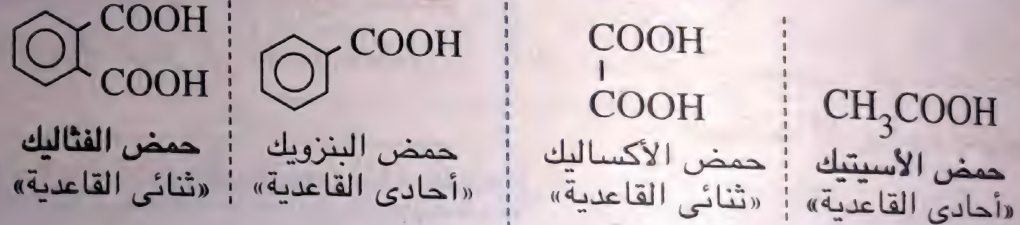


٨ شق الأريل هو الشق الناتج من نزع ذرة هيدروجين  
من المركب الأروماتي،  
ويرمز له بالرمز (Ar-).



٩ شق الفينيل هو الشق الناتج من نزع ذرة هيدروجين  
من جزيء البنزين العطري.

١٠ قاعدية الحمض :  
هي عدد مجموعات الكربوكسيل الموجودة بالحمض.



١١ يسلك حمض السلسليك في بعض التفاعلات الكيميائية مسلك الأحماض،  
لاحتوائه على مجموعة الكربوكسيل، ويسلك في تفاعلات أخرى ككحول (فينول) لاحتوائه  
على مجموعة الهيدروكسيل.

١٢ الأحماض الدهنية هي أحماض أليفاتية أحادية الكربوكسيل، (مشبعة في الدهون  
وغير مشبعة في الزيوت) تتفاعل مع الجليسرول مكونة إسترات.

١٣ التصبن هو عملية تحلل مائي للدهون أو الزيوت بفعل القواعد القوية مثل NaOH ، KOH  
لتكوين صابون وجليسرول.

١٤ البولي إسترات هي بوليمرات تنتج من عملية تكاثف مشتركة لمونومرين،  
أحدهما حمض ثنائي القاعدية والآخر كحول ثنائي الهيدروكسيل.



t.me/Talta\_Secondary\_Alwam



## طرق كشف و تمييز

## ١ غاز الميثان (الألكانات) و غاز الإيثين (الألكينات)

غاز الإيثين	غاز الميثان	التجربة
يزول لون البرمنجنات البنفسجي	لا يزول لون البرمنجنات البنفسجي	يمرر كلاً من الغازين في محلول برمنجنات البوتاسيوم في وجود وسط قلوي «تفاعل باير»

## ٢ غاز الميثان (الألكانات) و غاز الإيثان (الألكينات)

غاز الإيثان (الاستيلين)	غاز الميثان	التجربة
يزول لون محلول البروم الأحمر	لا يزول لون محلول البروم الأحمر	يُرج كلاً من الغازين في البروم المذاب في محلول رابع كلوريد الكربون

## ٣ كحول أولى و كحول ثالثي

الكحول الأولي	الكحول الثالثي	التجربة
يزول لون البرمنجنات البنفسجي	لا يزول لون البرمنجنات البنفسجي	يضاف محلول برمنجنات البوتاسيوم الحمض بحمض الكبريتيك المركز إلى كل من الكحولين

## ٤ الكشف عن تعاطي السائقين للكحولات

ينفخ السائق بالون من خلال أنبوبة بها مادة السيليكا جل المشبعة بثاني كرومات البوتاسيوم  
المحمضة بحمض الكبريتيك المركز، ثم يترك البالون ليخرج منه زفير السائق، فإذا تغير لون  
ثاني كرومات البوتاسيوم داخل الأنبوبة من البرتقالي إلى الأخضر يكون السائق مخموراً.

## ٥ الكشف عن الفينول

- عند إضافة قطرات من محلول كلوريد الحديد (III) إلى محلول الفينول في الماء، يتكون لون بنفسجي.
- عند إضافة ماء البروم إلى محلول مائي من الفينول، يتكون راسب أبيض.



## ٦ الفينول و الإيثانول / حمض الكربوليك و حمض الكربونيك

التجربة	الفينول	الإيثانول
	حمض الكربوليك	حمض الكربونيك
تضاف قطرات من محلول كلوريد الحديد (III) إلى كل منهما	يتكون لون بنفسجي	لا يتكون لون بنفسجي

## ٧ الكشف عن حمض الأسيتيك (كشف الحامضية)

عند إضافة الحمض إلى ملح كربونات أو بيكربونات الصوديوم، يحدث فوران لتصاعد غاز  $CO_2$  الذي يعكر ماء الجير الراقق.

## ٨ الفينول و حمض الأسيتيك

التجربة	الفينول	حمض الأسيتيك
	يتكون لون بنفسجي	لا يتكون لون بنفسجي
تضاف قطرات من محلول كلوريد الحديد (III) إلى كل منهما		

يتكون لون بنفسجي عند إضافة قطرات من محلول كلوريد الحديد (III)  $FeCl_3$  إلى أيًا من الفينول أو حمض السلسليك، لاتصال حلقة البنزين في كل منهما بمجموعة هيدروكسيل  $OH$  - فينولية.

## ٩ الإيثانول و حمض الأسيتيك

التجربة	الإيثانول	حمض الأسيتيك
	يزول لون البرمنجنات البنفسجي	لا يزول لون البرمنجنات البنفسجي
يضاف محلول برمنجنات البوتاسيوم المحمض بـ حمض الكبريتيك إلى كل منهما		

## ٩ خواص فيزيائية

### الألكانات

(الألكانات التي تتضمن :

- من (1 : 4) ذرة كربون، غازات في درجة الحرارة العادية.
- من (5 : 17) ذرة كربون، سوائل في درجة الحرارة العادية.
- أكثر من 17 ذرة كربون، مواد صلبة في درجة الحرارة العادية مثل شمع البارافين.

t.me/Talta\_Secondary\_Alwm



(٢) كلما ازداد عدد ذرات الكربون فى الألكان غير المتفرع وبالتالي كتلته المولية ازدادت درجة غليانه ودرجة انصهاره.

(٣) الألكانات مواد غير قطبية لا تذوب فى المذيبات القطبية كالماء، بينما تذوب فى المذيبات العضوية.

### ٢ الألكينات

(١) الألكينات التى تتضمن :

- من (2 : 4) ذرة كربون، غازات فى درجة الحرارة العادية.
- من (5 : 15) ذرة كربون، سوائل فى درجة الحرارة العادية.
- أكثر من 15 ذرة كربون، مواد صلبة فى درجة الحرارة العادية.

(٢) الألكينات مواد غير قطبية لا تذوب فى الماء، بينما تذوب فى المذيبات العضوية.

### ٣ الكحولات

(١) الكحولات مواد متعادلة التأثير، عديمة اللون.

(٢) المركبات الأولى سوائل خفيفة تمتزج بالماء امتزاجاً تاماً، المركبات المتوسطة سوائل زيتية القوام، المركبات العالية صلبة ذات قوام شمعى.

(٣) تذوب الكحولات فى الماء لاحتوائها على مجموعة الهيدروكسيل القطبية التى تكون روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء.

(٤) درجة غليان الكحولات مرتفعة لاحتوائها على مجموعات الهيدروكسيل القطبية التى تعمل على تكوين روابط هيدروجينية بين جزيئات الكحول وبعضها.

(٥) تزداد درجة غليان الكحولات وكذلك قابليتها للذوبان فى الماء بزيادة عدد مجموعات الهيدروكسيل فى الجزيء وتقل بزيادة الكتلة الجزيئية الجرامية (الكتلة المولية).

فدرجة غليان الإيثانول  $78^{\circ}\text{C}$  وهو يحتوى على مجموعة هيدروكسيل، بينما درجة غليان الإيثيلين جليكول تصل إلى  $197^{\circ}\text{C}$  لوجود مجموعتى هيدروكسيل فى الجزيء الواحد، ودرجة غليان الجليسرول  $290^{\circ}\text{C}$  لوجود ثلاث مجموعات هيدروكسيل فى الجزيء الواحد.

### ٤ البنزين العطرى

(١) سائل شفاف ذو رائحة عطرية مميزة.

(٢) درجة غليانه  $80^{\circ}\text{C}$

(٣) لا يمتزج بالماء (شحيح الذوبان فى الماء) ولكنه يمتزج مع معظم المذيبات العضوية.



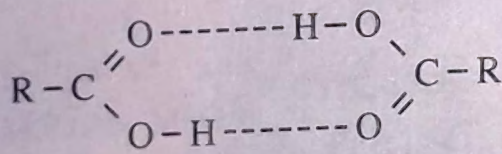
## ٥ الفينول

- (١) مادة صلبة كاوية للجلد.
- (٢) ذو رائحة مميزة.
- (٣) ينصهر عند  $43^{\circ}\text{C}$
- (٤) شحيح الذوبان فى الماء، ويزداد ذوبانه فى الماء برفع درجة الحرارة حتى يمتزج به تمامًا عند  $65^{\circ}\text{C}$

## ٦ الأحماض العضوية

تتدرج الخواص الفيزيائية للأحماض العضوية بزيادة كتلتها المولية.

- (١) الأحماض الأربعة الأولى سوائل كاوية، ذات رائحة نفاذة، تامة الذوبان فى الماء.
- (٢) الأحماض التالية سوائل زيتية القوام، كريهة الرائحة، شحيحة الذوبان فى الماء.
- (٣) الأحماض ذات الكتل الجزيئية الكبيرة صلبة، عديمة الرائحة، غير قابلة للذوبان فى الماء.
- (٤) الأحماض العضوية الأروماتية عامة أقوى من الأحماض الأليفاتية وأقل منها تطايرًا وذوبانًا فى الماء.



- (٥) درجة غليان الأحماض الكربوكسيلية أعلى من درجة غليان الكحولات المساوية لها فى عدد ذرات الكربون، لأن كل جزيئين من الحمض يرتبطا معًا برابطتين هيدروجينيتين، بينما كل جزيئين من الكحول يرتبطا معًا برابطة هيدروجينية واحدة.

## ٧ الإسترات

- (١) الإسترات معظمها سوائل.
- (٢) درجة غليان الإسترات أقل بكثير من درجة غليان الكحولات والأحماض العضوية المساوية لها فى الكتلة المولية، وذلك لعدم احتوائها على مجموعة الهيدروكسيل القطبية الموجودة فى الكحولات والأحماض، والتي تتسبب فى ربط جزيئاتها معًا بالروابط الهيدروجينية.
- (٣) تتميز بروائح زكية، لذا تستخدم كمكسبات طعم ورائحة.

